



UNIVERSITAS INDONESIA

**HUBUNGAN KONSENTRASI PM₁₀ DALAM RUANG KELAS
DENGAN GANGGUAN ISPA SISWA SD
KECAMATAN CIPAYUNG KOTA DEPOK TAHUN 2012**

TESIS

AJENG PUSPITANING PRAMAYU

1006798852

**FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
PROGRAM STUDI ILMU KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS INDONESIA
DEPOK
JULI 2012**



UNIVERSITAS INDONESIA

**HUBUNGAN KONSENTRASI PM₁₀ DALAM RUANG KELAS
DENGAN GANGGUAN ISPA SISWA SD
KECAMATAN CIPAYUNG KOTA DEPOK TAHUN 2012**

**Tesis ini diajukan sebagai
salah satu syarat untuk memperoleh gelar
MAGISTER KESEHATAN MASYARAKAT**

**AJENG PUSPITANING PRAMAYU
1006798852**

**FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
PROGRAM STUDI ILMU KESEHATAN MASYARAKAT
DEPARTEMEN KESEHATAN LINGKUNGAN
UNIVERSITAS INDONESIA
DEPOK
JULI 2012**

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya

Nama : Ajeng Puspitaning Pramayu
NPM : 1006798852
Program Studi : Ilmu Kesehatan Masyarakat
Tahun Akademik : 2010/2011

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan kegiatan plagiat dalam penulisan Tesis saya yang berjudul :

“Hubungan Konsentrasi PM₁₀ dalam Ruang Kelas dengan Gangguan ISPA Siswa SD di Kecamatan Cipayang Kota Depok Tahun 2012”

Apabila suatu saat nanti saya terbukti melakukan plagiat, maka saya akan menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Depok, 03 Juli 2012



(Ajeng P. Pramayu)

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tesis ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Ajeng Puspitaning Pramayu

NPM : 1006798852

Tanda Tangan :



Tanggal : 03 Juli 2012

HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh

Nama : Ajeng Puspitaning Pramayu
 NPM : 1006798852
 Program Studi : Ilmu Kesehatan Masyarakat
 Judul Tesis : Hubungan Konsentrasi PM₁₀ dalam Ruang Kelas dengan Gangguan ISPA Siswa SD Kecamatan Cipayung Kota Depok Tahun 2012

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Kesehatan Masyarakat pada Program Studi Ilmu Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI

Pembimbing I : Prof. dr. Haryoto Kusnopranto., S.K.M., Dr.P.H. (.....)

Pembimbing II : Dr. drg. Ririn Arminsih Wulandari, M.Kes (.....)

Penguji Dalam : drg. Sri Tjahjani Budi Utami, M.Kes (.....)

Penguji Luar : Sukanda, S.E., M.K.M. (.....)

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 03 Juli 2012

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah.. Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena berkat rahmat dan karuniaNYA, penulis mampu menyelesaikan tesis dengan judul “Hubungan Konsentrasi PM₁₀ dalam Ruang Kelas dengan Gangguan ISPA Siswa SD Kecamatan Cipayung Kota Depok Tahun 2012”.

Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan pada orang – orang yang berkontribusi secara langsung, maupun tidak langsung atas keberhasilan penulis menyelesaikan tesis, yaitu :

1. Prof. dr. Haryoto Kusnoputranto, S.K.M., Dr. P.H., selaku Pembimbing I
2. Dr. Drg. Ririn Arminsih Wulandari, M.Kes., selaku Pembimbing II
3. Drg. Sri Tjahjani Budi Utami, M.Kes., selaku Penguji Dalam
4. Sukanda, S.E., M.K.M., selaku Penguji Luar dari Dinas Kesehatan Kota Depok
5. Suamiku, Bani Permono, S.T., Terima kasih atas dukungan jarak jauh-nya selama penulis mengerjakan penelitian. Depok-Tanah Bumbu, Kalimantan Selatan, luar biasa.
6. Papa & Mama, Drs. Agung Pramono, M.A., dan Dra. Nunik Idayu. Terima kasih selalu menyemangati dalam pengerjaan tesis ini.
7. Cucu-cucu Keluarga Besar Poerwadi yang namanya tidak dapat disebutkan satu persatu
8. Teman-teman S2 Ilmu Kesehatan Masyarakat, Departemen Kesehatan Lingkungan, FKM UI, Angkatan 2010
9. Gadis GF, yang bisa menghilangkan kejenuhan penulis saat melakukan penelitian, dengan kegilaannya.
10. Dan kepada pihak lainnya yang tidak dapat disebutkan namanya satu per satu.

“This day I have perfected your religion for you, completed my favor upon you and have chosen for you ISLAM as your belief” (QS. Al – Maidah : 3)

Akhir kata, tidak ada sesuatu yang sempurna di dunia ini karena kesempurnaan hanya milik Allah SWT semata, begitu pula dengan tesis ini. Penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk pengembangan penulisan lainnya di lain kesempatan. Semoga tesis ini dapat bermanfaat.

Wassalamu’alaikum, Wr. Wb.

Depok, 03 Juli 2009

Ajeng P. Pramayu



**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ajeng Puspitaning Pramayu
NPM : 1006798852
Program Studi : Ilmu Kesehatan Masyarakat
Departemen : Kesehatan Lingkungan
Fakultas : Kesehatan Masyarakat
Jenis Karya : Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

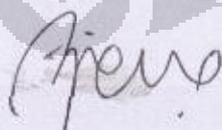
“Hubungan Konsentrasi PM_{10} dalam Ruang Kelas
dengan Gangguan ISPA Siswa SD Kecamatan Cipayang
Kota Depok Tahun 2012”

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti *Noneklusif* ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok, Kampus UI
Pada Tanggal : 03 Juli 2012

Yang Menyatakan



(Ajeng Puspitaning Pramayu)

SURAT PERNYATAAN PUBLIKASI MANUSKRIP

Yang bertanda tangan dibawah ini, saya

Nama : Ajeng Puspitaning Pramayu
NPM : 1006798852
Jenjang : Magister
Program Studi : Ilmu Kesehatan Masyarakat
Kelas : Reguler
Tahun Akademik : 2010/2011
Judul Manuskrip : Hubungan Konsentrasi PM₁₀ dalam Ruang Kelas dengan Gangguan ISPA Siswa SD Kecamatan Cipayung Kota Depok Tahun 2012

Menyatakan bahwa saya telah mendiskusikan dengan pembimbing, dan mengizinkan manuskrip saya untuk dipublikasikan dengan syarat mengikutsertakan nama pembimbing.

Alamat korespondensi (*Corresponding Author*) untuk perbaikan manuskrip :

Nama : Ajeng Puspitaning Pramayu
Alamat *Email* : ajeng.k3ui@gmail.com
No. Telp : 081532380999

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Depok, 03 Juli 2012

Mengetahui,
Pembimbing Utama

(Prof.dr. Haryoto Kusnopranto., S.K.M., Dr.P.H.)



(Ajeng P. Pramayu)

ABSTRAK

Nama : Ajeng Puspitaning Pramayu
Program Studi : Ilmu Kesehatan Masyarakat
Peminatan : Kesehatan Lingkungan

ISPA merupakan penyakit terbesar yang menyerang balita dan anak-anak, dan sering menyebabkan kematian. ISPA muncul bukan hanya dari satu faktor tetapi dari multi faktor, seperti kondisi lingkungan, ketersediaan dan efektivitas pelayanan dan sarana kesehatan, pencegahan infeksi, faktor pejamu dan karakteristik patogen. Kondisi lingkungan seperti kualitas udara dan faktor sanitasi fisik menyebabkan ISPA menjadi lebih rentan terjadi pada individu yang juga memang rentan karena status gizinya.

Terjadinya peningkatan kasus ISPA di Depok, disusul dengan adanya beberapa bangunan sekolah yang berada dalam kondisi tidak memenuhi syarat, baik lokasi maupun sanitasi fisiknya, kemudian kerentanan siswa SD yang tergolong anak-anak terhadap suatu paparan, menjadi suatu hal yang berujung sebagai sebuah pengaruh terhadap munculnya Gangguan ISPA pada siswa SD.

Penelitian menggunakan Desain *Cross-sectional*, dengan sampel sebanyak 120 siswa, teknik sampling yang digunakan adalah *Cluster Sampling*, serta cara pengukuran dengan menggunakan bantuan dari pihak ke tiga untuk pengukuran kualitas udara, dan tenaga kesehatan (dokter) untuk diagnosis ISPA.

Hasil penelitian menunjukkan terdapat hubungan yang signifikan antara konsentrasi PM_{10} setelah dikontrol oleh Suhu dan Kelembaban serta Status Gizi. Siswa SD yang berada di ruang kelas dengan konsentrasi PM_{10} tidak memenuhi syarat ($> 70 \mu g/m^3$) akan mengalami Gangguan ISPA 5,68 kali lebih tinggi dibandingkan siswa SD yang berada di ruang kelas dengan konsentrasi PM_{10} memenuhi syarat ($\leq 70 \mu g/m^3$).

Kata kunci : PM_{10} , Gangguan ISPA, Siswa SD

ABSTRACT

Name : Ajeng Puspitaning Pramayu
Major Program : Public Health Sciences
Spesification : Environmental Health Sciences

Acute Respiratory Infection (ARI) is one of the largest disease which caused death to children. ARI is not caused by one single factor, but multiple factors, such as environmental, avalaibility and effectiveness of health care facility, prevention of infection, host, and pathogenic character. Environmental things and physical sanitation lead to ARI. And it happens to vulnerable person easily caused of their nutritional status.

Any increasing of ARI in Depok, and followed by unqualified school building, both physical sanitation and its location, then many vulnerable primary school children whom easily exposed, comes to something that might leads to ARI in primary school children .

This research was using Cross-Sectional design, with 120 samples. Cluster sampling is a best technique that was chosen to do this research. The measurement was helped by third party for indoor air quality, and helped by doctor for diagnosing ARI to primary school children.

The conclusion is there was any association between indoor PM_{10} concentrations in classrooms with ARI, after being controlled with temperature, humidity and nutritional status. The primary school children who studied in classroom which had PM_{10} concentrations exceed the threshold limit value would be risky about 5,68 times higher that primary school children who studied in classrooms which had PM_{10} concentrations below threshold limit value.

Key words : PM_{10} , Acute Respiratory Infection, Primary School Children

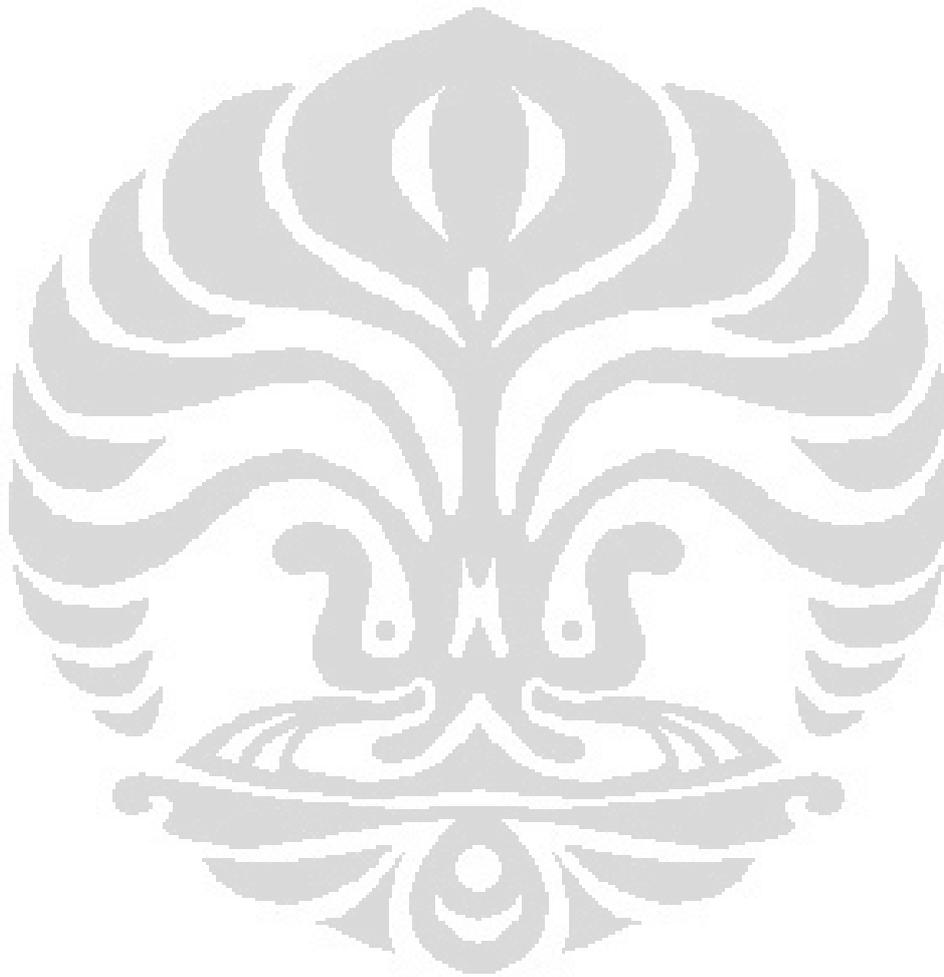
DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMA PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
LEMBAR PENGESAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	viii
ABSTRAK	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR BAGAN	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Penelitian	1
1.2 Rumusan Masalah Penelitian	6
1.3 Pertanyaan Penelitian	7
1.4 Tujuan Penelitian	7
1.4.1 Tujuan Umum	7
1.4.2 Tujuan Khusus	7
1.5 Manfaat Penelitian	8
1.5.1 Bagi Penulis	8
1.5.2 Bagi Pemerintah	8
1.5.3 Bagi Masyarakat	9
1.6 Ruang Lingkup Penelitian	9
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Infeksi Saluran Pernafasan Akut (ISPA)	10
2.1.1 Etiologi ISPA	11
2.1.2 Klasifikasi ISPA	25
2.1.3 Mekanisme Terjadinya Gangguan Tubuh	26
2.1.4 Tanda dan Gejala ISPA	28
2.1.5 Kondisi Global, Nasional, dan Lokal	29
2.2 <i>Particulate Matter</i> (PM ₁₀)	31
2.2.1 Karakteristik, Jenis, dan Sumber	32
2.2.2 PM ₁₀ di Udara Dalam Ruangan	34
2.2.3 Kondisi Global, Nasional, Lokal	35
2.2.4 Gangguan Kesehatan yang Timbulnya Akibat PM ₁₀	37
2.2.5 Perjalanan Pajanan sampai pada Tubuh Manusia	38
2.3 Faktor Lingkungan (Kondisi/Sanitasi Fisik)	40
2.3.1 Ventilasi	40
2.3.2 Suhu dan Kelembaban	42
2.3.3 Pencahayaan	43
2.3.4 Kepadatan Hunian	44
2.4 Gangguan ISPA Ditinjau dari Aspek Kualitas Udara (PM ₁₀) dan Faktor Lain yang Berpengaruh	45

BAB 3	KERANGKA KONSEP dan DEFINISI OPERASIONAL	
3.1	Kerangka Teori.....	51
3.2	Kerangka Konsep.....	53
3.3	Definisi Operasional.....	54
3.4	Hipotesis.....	56
BAB 4	METODE PENELITIAN	
4.1	Jenis dan Desain Penelitian.....	57
4.2	Lokasi dan Waktu Penelitian.....	57
4.3	Populasi dan Sampel Penelitian.....	57
4.4	Jenis dan Cara Pengumpulan Data.....	59
4.5	Manajemen Data.....	60
4.6	Analisis Data.....	61
BAB 5	HASIL PENELITIAN	
5.1	Gambaran Umum Kota Depok.....	63
5.2	Gambaran Umum Kecamatan Cipayung.....	66
5.3	Gambaran Umum Kasus ISPA Kota Depok.....	67
5.4	Gambaran Konsentrasi PM ₁₀ Udara dalam Ruang Kelas.....	68
5.5	Distribusi Frekuensi Variabel Karakteristik Individu.....	69
5.6	Distribusi Frekuensi Variabel Lingkungan.....	70
5.7	Hubungan Konsentrasi PM ₁₀ Udara dalam Ruang Kelas, Karakteristik Individu dan Faktor Lingkungan Sekolah dengan Gangguan ISPA Siswa SD.....	72
5.8	Hubungan PM ₁₀ Udara dalam Ruang Kelas dengan Gangguan ISPA Siswa SD setelah Dikontrol oleh Suhu, Kelembaban, dan Status Gizi.....	74
BAB 6	PEMBAHASAN	
6.1	Keterbatasan Penelitian.....	78
6.2	Gambaran Konsentrasi PM ₁₀ Udara dalam Ruang Kelas.....	78
6.3	Gambaran Gangguan ISPA Siswa SD.....	80
6.4	Hubungan Konsentrasi PM ₁₀ Udara dalam Ruang Kelas dengan Gangguan ISPA Siswa SD.....	80
6.5	Hubungan Faktor Lainnya yang Berpengaruh dengan Gangguan ISPA Siswa SD.....	83
	6.5.1 Status Gizi.....	83
	6.5.2 Faktor Lingkungan Sekolah.....	85
6.6	Hubungan Konsentrasi PM ₁₀ Udara dalam Ruang Kelas dengan Gangguan ISPA Siswa SD setelah Dikontrol oleh Suhu, Kelembaban, dan Status Gizi.....	90
BAB 7	KESIMPULAN DAN SARAN	
7.1	Kesimpulan.....	92
7.2	Saran.....	95

Daftar Pustaka

- Lampiran 1 Formulir Pengukuran Kualitas Udara Sekolah Dasar**
Lampiran 2 Diagnosis ISPA Siswa Sekolah Dasar



DAFTAR TABEL

Tabel 1	Laporan Kasus ISPA Kota Depok Tahun 2010 - 2012.....	3
Tabel 5.1	Gambaran Konsentrasi PM ₁₀ Udara dalam Ruang Kelas	68
Tabel 5.2	Distribusi Frekuensi Konsentrasi PM ₁₀ Udara dalam Ruang Kelas.....	69
Tabel 5.3	Distribusi Frekuensi Siswa SD Berdasarkan Variabel Individu	70
Tabel 5.4	Distribusi Frekuensi Siswa SD Berdasarkan Variabel Lingkungan (Sanitasi Fisik).....	71
Tabel 5.5	Hubungan Variabel Independen dan Variabel <i>Co-Variate</i> dengan Variabel Dependen Berdasarkan Distribusi Frekuensi Responden dengan Gangguan ISPA Siswa SD Kecamatan Cipayang Depok	73
Tabel 5.6	Tahap Awal Uji Interaksi Variabel Independen dan Variabel <i>Co- Variate</i> dengan Gangguan ISPA	74
Tabel 5.7	Tahap Awal Uji Interaksi Variabel Independen dan Variabel <i>Co- Variate</i> dengan Gangguan ISPA	75
Tabel 5.8	Uji <i>Confounding</i> Variabel Independen dan Variabel <i>Co-Variate</i> dengan Gangguan ISPA.....	76

DAFTAR BAGAN

Tabel 3.1	Kerangka Teori.....	51
Tabel 3.2	Kerangka Konsep	53

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Infeksi Saluran Pernafasan Akut adalah penyakit infeksi akut yang menyerang salah satu bagian atau lebih dari saluran napas mulai dari hidung hingga kantong paru (alveoli) termasuk jaringan adneksanya seperti sinus/rongga disekitar hidung (sinus para nasal), rongga telinga tengah dan pleura (Kemenkes, 2009). Sedangkan Pneumonia adalah pembunuh utama balita di dunia, lebih banyak dibandingkan dengan penyakit lain seperti AIDS, malaria dan campak. Di dunia setiap tahun diperkirakan lebih dari 2 juta balita meninggal karena pneumonia (1 balita/15 detik) dari 9 juta total kematian balita. Bahkan karena besarnya kematian ISPA, maka ISPA atau pneumonia disebut sebagai pandemik yang terlupakan atau *The Forgotten Killer of Children* (UNICEF, 2006).

ISPA paling sering terjadi pada anak. Kasus ISPA merupakan 50 persen dari seluruh penyakit pada anak berusia dibawah 5 tahun. Walaupun sebagian besar terbatas pada saluran pernapasan atas, tetapi sekitar 5 persen juga melibatkan saluran pernapasan bawah, terutama pneumonia. Anak berusia 1 sampai 6 tahun dapat mengalami episode ISPA sebanyak 7 sampai 9 kali pertahun, tetapi biasanya ringan. Puncak insidens biasanya terjadi pada usia 2 sampai 3 tahun (Cissy, 2010).

ISPA merupakan salah satu penyebab kematian tersering pada anak di negara berkembang, ISPA menyebabkan 4 dari 15 juta perkiraan kematian anak yang berusia dibawah 5 tahun di setiap tahunnya, dimana sebanyak dua per tiga kematian tersebut adalah bayi (WHO, 2003). Di Indonesia, morbiditas dan mortalitas terkait ISPA dapat dilihat melalui hasil survey mortalitas subdit ISPA pada tahun 2005 di 10 Provinsi. Survey tersebut menunjukkan bahwa pneumonia merupakan penyebab kematian terbesar anak balita yaitu 23,60 persen. Studi mortalitas pada Riskesdas 2007 menunjukkan bahwa proporsi kematian pada bayi (*post neonatal*) karena pneumonia sebesar 23,8 persen dan pada anak balita sebesar 15,5 persen. (Kemenkes, 2009)

ISPA masih merupakan penyakit utama penyebab kematian bayi dan balita di Indonesia. Dari beberapa hasil SKRT diketahui bahwa 80 sampai 90% dari seluruh kasus kematian ISPA disebabkan Pneumonia. Pneumonia merupakan penyebab kematian pada balita dengan peringkat pertama dari hasil Surkesnas 2001. ISPA sebagai penyebab utama kematian pada bayi dan balita diduga karena pneumonia merupakan penyakit akut dan kualitas penatalaksanaannya belum memadai (Kemenkes, 2005).

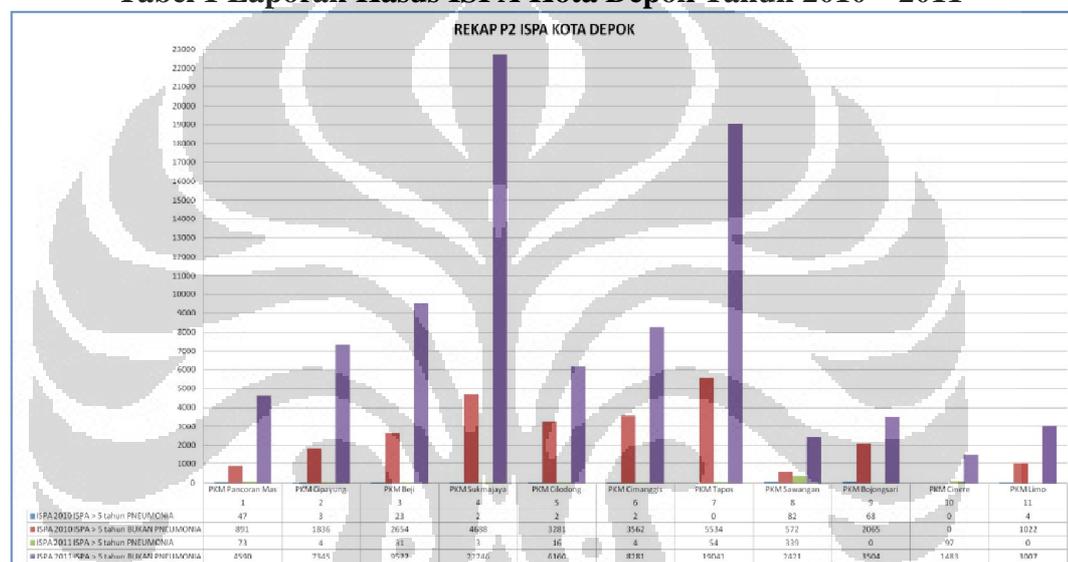
ISPA termasuk penyakit 10 besar di Rumah Sakit, hal ini terlihat dari kunjungan pasien ke sarana kesehatan, sebanyak 15 – 30 persen kunjungan berobat di bagian rawat jalan dan rawat inap rumah sakit dan sebanyak 40 sampai 60 persen kunjungan (Kemenkes, 2010). Dari hasil penelitian yang dilakukan Munziah (2002) mengenai hubungan partikulat melayang (PM_{10}) rumah dengan kejadian gangguan saluran pernapasan menunjukkan bahwa bayi dan balita yang tinggal di rumah dengan kadar PM_{10} tinggi mempunyai kemungkinan mendapatkan gangguan pernapasan sebanyak 2,9 kali dibandingkan dengan bayi dan balita yang tinggal di rumah dengan kadar PM_{10} rendah.

Surjadi (1993, dalam Lindawaty, p. 5) dalam penelitiannya mengungkapkan bahwa sebanyak 33,1 persen anak usia kurang dari enam tahun pada 1.055 rumah tangga di Jakarta, menderita gangguan pernafasan dengan gejala umum yang dialami yaitu demam, batuk dan pilek. Didukung oleh data dari SDKI (2010) bahwa sebanyak 23,6 persen dari 19.280 responden mengalami kejadian ISPA. Sebanyak 28,8 persen kejadian ISPA terjadi pada anak usia 5- 14 tahun. Sebanyak 42 persen kejadian ISPA terjadi pada anak usia 1-4 tahun dan 39 persen nya terjadi pada anak usia kurang dari satu tahun. Penelitian lain, menunjukkan bahwa hasil studi kohort selama satu bulan terhadap 142 anak sekolah dasar di Kota Palembang menunjukkan hasil 38,9 persen anak mengalami gangguan saluran pernafasan berupa batuk, pilek disertai demam maupun tidak demam selama pengamatan (Handajani, 2004).

Penyakit infeksi saluran pernafasan atas (ISPA) menempati posisi pertama dalam 10 besar penyakit dengan penderita terbanyak di Kota Depok sepanjang 2010 dan Januari-April 2011. Hal tersebut dinyatakan oleh Kepala Dinas

Kebersihan dan Pertamanan Kota Depok Ulis Sumardi. Tercatat, ribuan kasus ISPA yang ditangani rawat jalan di 23 Puskesmas di Kota Depok. Jumlah penderita ISPA terbanyak ditangani Puskesmas Cipayung sebanyak lebih dari 4000 kasus dengan penderita terbanyak siswa taman kanak-kanak dan sekolah dasar. Banyaknya penderita ISPA yang ditangani rawat jalan di setiap puskesmas sangat erat dengan kondisi udara yang kotor yang berasal dari peningkatan sampah di TPA Sampah Cipayung secara signifikan (Rajagukguk, 2011).

Tabel 1 Laporan Kasus ISPA Kota Depok Tahun 2010 – 2011



Sumber : Dinas Kesehatan Depok, 2012

Selain kasus ISPA, di Depok juga ditemukan kasus batuk atau pilek yang penderitanya anak di bawah lima tahun (balita). Batuk dan pilek, menurut dia, termasuk gangguan ISPA. Bila anak mengalami gejala tersebut, secepatnya harus mendapatkan pengobatan untuk menghindari hal-hal yang tidak diinginkan (Rajagukguk, 2011).

ISPA dapat muncul bukan karena faktor tunggal, melainkan bervariasi menurut beberapa faktor. Penyebaran dan dampak penyakitnya berkaitan dengan (WHO, 2007) :

- a) Kondisi Lingkungan (Misalnya, polutan udara, kepadatan anggota keluarga, suhu, kelembaban, kebersihan, ventilasi, musim

- b) Ketersediaan dan efektivitas pelayanan kesehatan serta langkah pencegahan infeksi untuk mencegah penyebaran (Misalnya vaksin, akses terhadap pelayanan kesehatan, kapasitas ruang isolasi)
- c) Faktor pejamu (seperti usia, kebiasaan merokok, kemampuan pejamu untuk menularkan infeksi, imunitas, status gizi, infeksi sebelumnya atau infeksi serentak yang disebabkan oleh patogen lain, kondisi kesehatan umum)
- d) Karakteristik patogen (seperti cara penularan, daya tular, faktor virulensi, jumlah dan dosis mikroba ukuran inokulum).

Berdasarkan WHO (Brysse, 2010) 24 persen dari penyakit yang ada dan 23 persen dari seluruh kematian disebabkan oleh faktor lingkungan. Kemungkinan atas risiko ini tidak terjadi di semua usia. Anak-anak adalah golongan yang paling rentan terhadap efek pajanan lingkungan, dengan proporsi kematian pada anak terkait dengan faktor lingkungan adalah sebesar 36 persen. Ironisnya tidak sedikit perhatian atas kualitas udara di dalam ruangan seringkali menjadi hal yang terlupakan oleh masyarakat padahal seharusnya kualitas udara di dalam ruang menjadi hal yang harus diperhatikan mengingat pada saat ini banyak sekali orang yang lebih banyak menghabiskan waktu mereka di dalam ruangan.

Di negara berkembang pada pertengahan tahun 1990an, persentase kematian pertahun karena polusi partikulat dalam ruang di daerah pedesaan diperkirakan lebih besar daripada daerah perkotaan, yaitu sebesar 62,5 persen (1.876.000) dari seluruh kematian karena partikulat dan dari angka tersebut sebagian besar kematian adalah karena infeksi saluran pernapasan akut pada anak-anak (WHO, 1999b). Pada umumnya dampak yang mungkin terjadi adalah iritasi mata dan gangguan infeksi saluran pernapasan akut (ISPA).

Berdasarkan kutipan dari *Environmental Protection Agency* (EPA, 2004) diantara tahun 1982 dan 1996 banyak penelitian menunjukkan mengenai tingginya konsentrasi pajanan PM pada individu dan keadaan dalam ruangan. Dari penelitian yang dilakukan diantara tahun tersebut, konsentrasi PM dalam ruangan dan pajanan PM pada individu di pemukiman yang dihuni banyak penduduk, lebih

besar dibandingkan dengan pengukuran konsentrasi PM di udara ambien secara simultan.

Menurut Stone (2000) indikator yang paling sering digunakan untuk menggambarkan konsentrasi partikel tersuspensi di udara adalah PM_{10} . PM_{10} dapat dijadikan indikator paling baik untuk mengetahui keadaan rumah sehat dibandingkan dengan menggunakan ciri-ciri fisik rumah (Purwana, 1999). PM_{10} adalah partikulat padat dan cair yang melayang di udara dengan nilai median ukuran diameter aerodinamik 10 mikron. Partikulat 10 mikron mempunyai beberapa nama lain yaitu PM_{10} sebagai *inhalable particles*, *respirable particulate*, *respirable dust* dan *inhalable dust* (Koren, 2003). PM_{10} secara alami berasal dari tanah, bakteri, virus, jamur, ragi, serbuk sari serta partikulat garam dari evaporasi air laut, sedangkan dari aktifitas manusia, partikulat dihasilkan dari penggunaan kendaraan bermotor, hasil pembakaran industri dan tenaga listrik (*California EPA*, 2007).

Kualitas udara di sekolah seharusnya menjadi perhatian penting mengingat bahwa anak usia sekolah menghabiskan jumlah waktu yang signifikan di sekolah dan anak-anak merupakan golongan yang rentan terkena penyakit. Kualitas udara di ruang kelas akan mempengaruhi kemampuan siswa dalam belajar, serta mempengaruhi produktivitas kerja guru dan karyawan sekolah lainnya (EPA, 2004).

Fluktuasi harian PM_{10} , menurut *The American Thoracic Society's Environmental and Occupational Health*, berhubungan dengan penyakit saluran pernafasan akut, sesuai dengan rekam medis di rumah sakit, absenteisme murid di sekolah dimana keluhan saluran pernafasan dapat menurunkan nilai rata-rata maksimal aliran udara pada paru anak dan meningkatkan penggunaan obat-obatan penderita asma (Kleinman, 2000).

Sejalan dengan penelitian yang dilakukan di Belanda, hal serupa pun terjadi, yaitu konsentrasi PM_{10} udara ruang kelas lebih tinggi dibandingkan dengan konsentrasi PM_{10} udara ambien di luar ruang kelas, meskipun di dalam kelas tidak terdapat sumber partikel seperti asap rokok, pembakaran kayu dan kompor. Tingginya konsentrasi PM_{10} udara di ruang kelas dapat disebabkan oleh

resuspensi partikel akibat aktivitas murid di dalam kelas (Janssen et.al, 1999). Namun ternyata, kualitas udara di dalam ruangan juga dipengaruhi oleh faktor lain. Carrer (2002) dalam penelitiannya mengemukakan bahwa umumnya masalah kualitas udara yang sering terjadi di ruang kelas sekolah diakibatkan karena konstruksi gedung sekolah yang buruk, kurangnya pemeliharaan, ventilasi yang buruk.

Di Kecamatan Cipayung, terdapat beberapa sekolah dasar yang tidak layak dari segi bangunan sekolah atau lingkungan fisik sekolah. Terdapat dua SD yang akan digabungkan menjadi satu, dengan alasan agar tidak berebut siswa pada saat penerimaan siswa baru di setiap tahun ajaran. Namun jika dilihat, kondisi fisik bangunan memang sudah tidak layak, dan hal tersebut bisa jadi salah satu faktor mengapa dua SD tersebut dilakukan penggabungan. Ironisnya, Dinas Pendidikan di Depok belum memiliki data sekolah-sekolah yang bangunannya rusak atau sudah tidak layak lagi (pikiran-rakyat.com, 2012).

Jika sekolah yang dibangun tidak memenuhi kriteria, seperti ventilasinya tidak memadai, pemeliharaan kebersihan ruang kelas tidak baik, serta sekolah berada di pinggir jalan maka akan risiko untuk terkena gangguan saluran pernafasan semakin tinggi.

Terjadinya peningkatan kasus ISPA di Depok, disusul dengan adanya beberapa bangunan sekolah yang berada dalam kondisi tidak memenuhi syarat, baik lokasi maupun lingkungan fisiknya, kemudian kerentanan siswa SD yang tergolong anak-anak terhadap suatu pajanan, maka peneliti akan melakukan penelitian Gangguan ISPA pada siswa SD ditinjau dari aspek kualitas udara (PM_{10}) dan faktor lain yang berpengaruh.

1.2 Rumusan Masalah Penelitian

Peningkatan aktivitas kegiatan di Kecamatan Cipayung, berdampak pada peningkatan konsentrasi PM_{10} di udara ambien. Dengan adanya peningkatan konsentrasi PM_{10} di udara ambien, mengakibatkan peningkatan konsentrasi PM_{10} di udara ruang kelas (*indoor*) karena resuspensi partikel. Kemudian jika sekolah yang dibangun tidak memenuhi kriteria, seperti ventilasinya tidak memadai,

pemeliharaan kebersihan ruang kelas tidak baik, serta sekolah berada di pinggir jalan maka akan risiko untuk terkena gangguan saluran pernafasan semakin tinggi, dengan efek paling akhir adalah munculnya gejala ISPA pada siswa SD.

1.3 Pertanyaan Penelitian

- a) Bagaimanakah konsentrasi PM_{10} udara ruang kelas sekolah di beberapa sekolah dasar (SD) di Kecamatan Cipayung, Depok ?
- b) Bagaimanakah gangguan ISPA pada siswa yang diukur kadar PM_{10} udara ruang kelas sekolah di beberapa sekolah dasar (SD) di Kecamatan Cipayung, Depok ?
- c) Apa sajakah faktor-faktor lain seperti Status Gizi, Suhu, Kelembaban, Ventilasi, dan Kepadatan siswa berpengaruh terhadap timbulnya Gangguan ISPA Siswa SD di Kecamatan Cipayung, Depok ?
- d) Adakah faktor perancu (*Confounding Factor*) dari Hubungan Konsentrasi PM_{10} dengan Gangguan ISPA Siswa SD di Kecamatan Cipayung, Depok ?

1.4 Tujuan Penelitian

1.4.1 Tujuan Umum

Mengetahui gambaran hubungan konsentrasi PM_{10} udara ruang kelas sekolah dengan gangguan ISPA di beberapa sekolah dasar (SD) di Kecamatan Cipayung, Depok.

1.4.2 Tujuan Khusus

- a) Mengetahui konsentrasi PM_{10} udara ruang kelas sekolah di beberapa sekolah dasar (SD) di Kecamatan Cipayung, Depok.
- b) Mengetahui Gangguan ISPA pada siswa yang diukur kadar PM_{10} udara ruang kelas sekolah di beberapa sekolah dasar (SD) di Kecamatan Cipayung, Depok.

- c) Mengetahui faktor-faktor seperti Status Gizi, Suhu, Kelembaban, Ventilasi, dan Kepadatan siswa berpengaruh terhadap timbulnya Gangguan ISPA Siswa SD di Kecamatan Cipayung, Depok.
- d) Mengetahui faktor perancu (*Confounding Factor*) dari Hubungan Konsentrasi PM₁₀ dengan Gangguan ISPA Siswa SD di Kecamatan Cipayung, Depok.

1.5 Manfaat Penelitian

1.5.1 Bagi Penulis

- a) Dapat menambah ilmu dan mengaplikasikan ilmu yang telah dipelajari selama di bangku perkuliahan.
- b) Dapat mengembangkan pengetahuan di bidang ilmu kesehatan lingkungan baik untuk kesehatan lingkungan umum, maupun kesehatan lingkungan industri.

1.5.2 Bagi Pemerintah

- a) Terbinanya suatu jaringan kerjasama dengan institusi/instansi tempat penelitian dalam upaya meningkatkan kesadaran terhadap kesehatan lingkungan sekitar baik di pemukiman maupun di tempat warga beraktivitas.
- b) Membantu untuk memperhatikan sarana pendidikan agar mengurangi kejadian ISPA yang tidak hanya disebabkan oleh satu faktor tunggal pajanan.

1.5.3 Bagi Masyarakat

- a) Membantu masyarakat mengetahui hal-hal yang mampu menyebabkan gangguan pernafasan (termasuk ISPA) akibat adanya pajanan di sekitar wilayah tempat tinggal maupun tempat beraktivitas.

- b) Membantu masyarakat mengenali gangguan kesehatan yang diderita tidak semata-mata terjadi akibat faktor tunggal dari pajanan PM_{10} .

1.6 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini adalah mengenai gambaran hubungan konsentrasi PM_{10} udara ruang kelas sekolah dengan gangguan ISPA di beberapa sekolah dasar di Kecamatan Cipayung, Depok.

Penelitian ini adalah menggunakan metode *Cross-Sectional* (potong lintang) yaitu penelitian noneksperimental dengan menggunakan data primer untuk mengetahui hubungan antara variabel faktor risiko (independen) dan variabel efek yang diamati pada saat yang sama. Penelitian ini dilakukan karena belum pernah diadakan penelitian mengenai hal ini di tempat tersebut sebelumnya.

Data dari penelitian ini berupa data primer dimana akan dilakukan pengukuran di beberapa Sekolah Dasar (SD) terpilih secara acak dengan menggunakan *Cluster Sampling*, sesuai dengan jumlah kelurahan yang terdapat di Kecamatan Cipayung, dengan diacak kelurahan mana yang akan dijadikan sampel, kemudian dilanjutkan dengan pengambilan sampel SD dan siswa SD secara acak pada siswa SD kelas 5.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Infeksi Saluran Pernafasan Akut (ISPA)

Menurut Kementerian Kesehatan (2009) Infeksi Saluran Pernafasan Akut (ISPA) adalah penyakit infeksi akut yang menyerang salah satu bagian atau lebih dari saluran nafas mulai dari hidung hingga kantong paru (alveoli) termasuk jaringan adneksanya seperti sinus/rongga disekitar hidung (sinus para nasal), rongga telinga tengah dan pleura.

Definisi lain dari ISPA dikemukakan oleh Alsagaff & Mukty (2006) sebagai radang akut saluran pernafasan atas maupun bawah yang disebabkan oleh infeksi jasad renik atau bakteri, virus maupun riketsia tanpa atau disertai radang parenkim paru. Sedangkan menurut Rahajoe, N. N., Supriyatno, B., Setyanto, D. B, (2008) Infeksi Respiratori Akut (IRA) adalah penyakit infeksi yang berlangsung 14 hari yang menyerang respiratori atas dan adneksanya hingga parenkim paru. ISPA akibat polusi adalah ISPA yang disebabkan oleh faktor risiko polusi udara seperti asap rokok, asap pembakaran di rumah tangga, gas buang sarana transportasi dan industri, kebakaran hutan dan lain-lain (Kemenkes, 2009).

Definisi ISPA menurut Lopez-Alarcon (1997, dalam Bahri 2008, p. 20) yaitu suatu penyakit yang ditandai dengan batuk, pilek paling sedikit dua hari berturut-turut diikuti satu atau lebih gejala-gejala seperti *Erythematous mucosa*, tangisan atau suara parau, kesulitan bernafas, dengan atau tanpa demam. Lama sakit atau durasi dihitung berdasarkan jumlah hari sakit sesuai dengan definisi sakit dari penyakit yang diderita, diawali dengan munculnya gejala klinis sampai sembuh secara subjektif maupun objektif. Dikatakan episode baru yaitu suatu keadaan terbebas (dinyatakan sehat) dari gejala penyakit yang pernah diderita sekurang-kurangnya dua hari (Lopez-Alarcon, et.al, 1997, dalam Bahri, 2008, p. 23).

Infeksi Saluran Pernafasan Akut sering disalahartikan sebagai infeksi saluran pernafasan atas, padahal ISPA tidak hanya meliputi saluran pernafasan atas namun juga mencakup saluran pernafasan bawah. Infeksi adalah masuknya kuman atau mikroorganisme ke dalam tubuh manusia dan berkembang biak hingga menimbulkan penyakit Saluran pernafasan adalah organ mulai dari hidung hingga alveoli beserta organ adneksanya seperti sinus – sinus, rongga telinga tengah dan pleura. ISPA secara anatomis mencakup saluran bagian atas, saluran pernafasan bagian bawah (termasuk jaringan paru – paru) dan organ adneksa saluran pernafasan. Dengan batasan ini, jaringan paru termasuk dalam saluran pernafasan (*respiratory tract*) (Widoyono, 2008).

Infeksi akut adalah infeksi yang berlangsung sampai 14 hari. Batas 14 hari diambil untuk menunjukkan proses akut meskipun untuk beberapa penyakit yang dapat digolongkan dalam ISPA proses ini dapat berlangsung lebih dari 14 hari. Berdasarkan pengertian diatas ISPA adalah penyakit infeksi saluran pernafasan bagian atas dan bawah yang disebabkan oleh masuknya kuman mikroorganisme ke dalam organ saluran pernafasan yang berlangsung selama 14 hari.

2.1.1 Etiologi ISPA

Etiologi ISPA terdiri lebih dari 300 jenis bakteri, virus, dan rickettsia. Bakteri penyebabnya antara lain dari genus *Streptococcus*, *Staphylococcus*, *Pneumococcus*, *Haemofilus*, *Bordetelia*, dan *Corynebacterium*. Virus penyebabnya antara lain golongan *Micsovirus*, *Adenovirus*, *Coronavirus*, *Picornavirus*, *Micoplasma*, dan *Herpesvirus* (Kemenkes, 2001). Etiologi pneumonia pada balita sukar untuk ditetapkan karena dahak biasanya sukar untuk ditetapkan karena dahak biasanya sukar untuk diperoleh, sedangkan prosedur pemeriksaan imunologi belum memberikan hasil yang memuaskan untuk menentukan adanya bakteri sebagai penyebab pneumonia.

Penentuan etiologi pneumonia yang dapat diandalkan adalah biakan dari aspirat paru dan darah, tetapi punksi paru merupakan prosedur yang berisiko dan bertentangan dengan etika jika hanya dimaksudkan untuk penelitian. Oleh karena itu di Indonesia masih menggunakan hasil penelitian dari luar negeri.

Grup β *streptococcus* dan gram negatif bakteri enteric merupakan penyebab yang paling umum pada neonatal (bayi berumur 0 sampai 28 hari) dan merupakan transmisi vertical dari ibu sewaktu persalinan. Pneumonia pada bayi berumur 3 minggu sampai 3 bulan yang paling sering adalah bakteri, biasanya bakteri *streptococcus pneumoniae*, balita usia 4 bulan sampai 5 tahun, virus dan pada usia 5 tahun sampai dewasa pada umumnya penyebab dari pneumonia adalah bakteri (Kemenkes, 2009).

Beberapa hal yang diduga dapat menyebabkan terjadinya ISPA dijabarkan sebagai berikut (Alsagaff & Mukty, 2006) :

a) Virus

1. Sindroma korisa (*coryzal/common cold syndrome*)

Sindroma ini ditandai dengan peningkatan sekresi hidung, bersin-bersin, hidung buntu, kadang-kadang disertai sekresi air mata dan konjungtivitis ringan. Sekresi hidung mula-mula cair kemudian mukoid dan selanjutnya menjadi purulen. Obstruksi sinus paranasalis dan tuba eustachii disebabkan oleh sembab mukosa dan sering menimbulkan nyeri kepala dan nyeri setempat. Sindroma ini biasanya diawali dengan suara serak dan rasa nyeri tenggorok dan kadang-kadang disertai keluhan sistemik berupa nyeri kepala, mialgia, rasa lemah, malas dan rasa dingin. Penyebab sindroma ini biasanya rhinovirus, parainfluenza I dan II, *echovirus*, *coxsackie* dan RSV.

2. Sindroma faring (*pharyngeal syndrome*)

Gambaran klinik yang menonjol adalah suara serak dan nyeri tenggorok dengan derajat ringan sampai berat. Terdapat peradangan faring dan pembesaran adenoid serta tonsil, kadang-kadang adenoid sangat besar sehingga menimbulkan obstruksi pada hidung. Kadang bercak-bercak serta eksudasi berwarna didapatkan pada permukaan tonsil disertai pembesaran kelenjar dileher. Sering dijumpai penderita dengan batuk tanpa disertai korisa. Penyebab utama sindroma ini adalah adenovirus, tapi dapat juga disebabkan oleh virus influenza, *parainfluenza*, *coxsackie* dan *echovirus*.

3. Sindroma faringokonjungtiva

Merupakan varian dari sindroma faring yang disebabkan oleh virus yang sama. Gejala klinik diawali dengan faringitis yang berat kemudian diikuti dengan konjungtivitis yang seringkali bilateral. Dapat pula dimulai dengan konjungtivitis yang berlangsung 1 sampai 2 minggu sebelum gejala faringitis itu sendiri. Sindroma ini banyak terdapat pada anak sekolah dan penggemar berkemah pada musim semi dan panas.

4. Sindroma influenza

Gambaran yang menonjol pada sindroma ini yaitu gangguan fisik cukup berat dengan gejala batuk, meriang, badan panas, badan lemah, nyeri tenggorok dan retrosternal, nyeri seluruh tubuh, malaise dan anoreksia. Gejala ini terjadi secara mendadak dan dengan cepat dapat menular ke semua anggota keluarga dalam satu rumah. Pada proses penyakit yang ringan, sindroma ini sering kali mempunyai gambaran klinik yang menyerupai sindroma korisa atau sindroma faring. Pada pandemi cenderung terjadi gambaran klinik yang lebih jelek disebabkan adanya infeksi sekunder oleh bakteri.

5. Sindroma Herpangina

Gambaran klinik berupa vesikel yang terdapat di dalam mulut dan faring. Vesikel ini kemudian mengalami ulserasi dengan tepi yang membengkak disertai nyeri tenggorokkan, nyeri kepala dan badan panas. Penyebab sindroma ini adalah virus coxsackie A dan umumnya menyerang anak-anak.

6. Sindroma Larangotrakeobronkitis Obstruktif Akut (*Croup Syndrome*)

Pada anak-anak, gambaran klinik tampak gawat dan berat berupa berupa batuk, sesak nafas yang disertai stridor inspirasi, sianosis serta gangguan sistemik lain. Gejala wal sering ringan yaitu berupa sindroma koriso, kemudian cepat memburuk berupa obstruksi jalan

nafas yang hebat dengan penarikan sela antar iga toraks bagian bawah serta penggunaan otot-otot nafas bantu secara menonjol. Penyebab utama adalah virus parainfluenza, RSV, adenovirus dan virus influenza.

b) Jasad renik bukan golongan virus maupun bakteri

1. ISPA yang disebabkan oleh mikoplasma pneumonia

Mikoplasma pneumonia termasuk dalam golongan pleuropneumonia-like organisme (PPLO) karena tidak dapat dimasukkan ke dalam golongan virus maupun bakteri. Mikoplasma menyerang semua kelompok umur, baik secara sporadis maupun epidemi dalam skala kecil. Penularan banyak terjadi melalui kontak yang erat seperti yang terjadi di dalam keluarga maupun di asrama. Gejala klinik dapat berupa nasofaringitis, bronkitis, bronkopneumonia atau pleuritis. Gejala klinik lain yang dapat timbul ialah artritis akut, eritema eksudativum multiform, sindroma Steven Johnson, anemia hemolitik, meningitis, ensefalomeningitis, karditis dan pankreatitis.

2. Psitakosis-Ornitosis

Agen psitakosis didapatkan pada burung parkit atau nuri sedang ornitosis banyak terdapat pada burung merpati. Kedua jasad renik ini didapatkan dalam tinja dan air liur burung serta tahan terhadap kekeringan. Cara infeksi terjadi melalui pernafasan atau benda yang tercemar atau melalui gigitan. Gejala klinik bervariasi dari gejala ringan pada saluran nafas sampai pada keadaan yang lebih berat berupa pneumonia.

3. Demam Q

Disebut juga dengan demam queensland dan disebabkan oleh riketsia golongan burnetii. Gejala klinik yang menonjol ialah infeksi saluran pernafasan dengan atau tanpa penyulit radang paru. Dapat juga terjadi gejala gastrointestinal, endokarditis, miokarditis, meningitis dan ensefalitis.

ISPA dapat muncul bukan karena faktor tunggal, melainkan bervariasi menurut beberapa faktor. Penyebaran dan dampak penyakitnya berkaitan dengan (WHO, 2007) :

- a) Kondisi Lingkungan (Misalnya, polutan udara, kepadatan anggota keluarga, suhu, kelembaban, kebersihan, ventilasi, musim)
- b) Ketersediaan dan efektivitas pelayanan kesehatan serta langkah pencegahan infeksi untuk mencegah penyebaran (Misalnya vaksin, akses terhadap pelayanan kesehatan, kapasitas ruang isolasi)
- c) Faktor pejamu (seperti usia, kebiasaan merokok, kemampuan pejamu untuk menularkan infeksi, imunitas, status gizi, infeksi sebelumnya atau infeksi serentak yang disebabkan oleh patogen lain, kondisi kesehatan umum)
- d) Karakteristik patogen (seperti cara penularan, daya tular, faktor virulensi, jumlah dan dosis mikroba ukuran inokulum).

Dalam buku ajar yang ditulis oleh Rahajoe, N. N., Supriyatno, B., & Setyanto, D. B. (2008), terkait dengan Kejadian ISPA pada anak-anak dan balita, beberapa hal yang diduga sebagai faktor risiko paling dominan yang menyebabkan terjadinya ISPA adalah:

- a) Usia

ISPA dapat ditemukan pada 50 persen anak berusia di bawah 5 tahun dan 30 persen anak berusia 5 sampai 12 tahun. Rahman dkk mendapatkan 23 persen kasus ISPA berat pada anak berusia diatas 6 bulan.

- b) Jenis kelamin

Insidens lebih tinggi pada anak laki-laki berusia diatas 6 tahun

- c) Status gizi

Gizi buruk merupakan faktor predisposisi terjadinya kasus ISPA pada anak, karena adanya gangguan respon imun. *Risk Ratio* anak malnutrisi dengan ISPA/pneumonia adalah 2,3.

Vitamin A sangat berhubungan dengan beratnya infeksi. Anak dengan defisiensi vitamin A yang ringan mengalami ISPA dua kali lebih banyak daripada anak yang tidak mengalami defisiensi vitamin A.

Program pemberian vitamin A setiap 6 bulan untuk balita telah dilaksanakan di Indonesia. Vitamin A bermanfaat untuk meningkatkan imunitas dan melindungi saluran pernapasan dari infeksi kuman. Hasil penelitian Sutrisna di Indramayu (1993 dalam Webster, M., & Fransisca, H., 2010) menunjukkan peningkatan risiko kematian pneumonia pada anak yang tidak mendapatkan vitamin A. Suplementasi Zinc (Zn) perlu diberikan untuk anak dengan kondisi kurang Zinc di negara berkembang. Penelitian di beberapa negara Asia Selatan menunjukkan bahwa suplementasi Zinc sedikitnya 3 bulan dapat mencegah infeksi saluran pernapasan bawah. Di Indonesia, Zinc dianjurkan diberikan pada anak yang menderita diare (Webster, M., & Fransisca, H., 2010).

Masukan zat-zat gizi yang diperoleh pada tahap pertumbuhan dan perkembangan anak dipengaruhi oleh : umur, keadaan fisik, kondisi kesehatannya, kesehatan fisiologis pencernaannya, tersedianya makanan dan aktivitas dari si anak itu sendiri. Penilaian status gizi dapat dilakukan antara lain berdasarkan antropometri : berat badan lahir, panjang badan, tinggi badan, lingkaran lengan atas.

Keadaan gizi yang buruk muncul sebagai faktor resiko yang penting untuk terjadinya ISPA. Beberapa penelitian telah membuktikan tentang adanya hubungan antara gizi buruk dan infeksi paru, sehingga anak-anak yang bergizi buruk sering mendapat pneumonia. Disamping itu adanya hubungan antara gizi buruk dan terjadinya campak dan infeksi virus berat lainnya serta menurunnya daya tahan tubuh anak terhadap infeksi.

Balita dengan gizi yang kurang akan lebih mudah terserang ISPA dibandingkan balita dengan gizi normal karena faktor daya tahan tubuh yang kurang. Penyakit infeksi sendiri akan menyebabkan balita

tidak mempunyai nafsu makan dan mengakibatkan kekurangan gizi. Pada keadaan gizi kurang, balita lebih mudah terserang “ISPA berat” bahkan serangannya lebih lama.

Menurut Supriasa, (2002) antara sebuah penyakit infeksi dengan kondisi status gizi individu dapat digambarkan sebagai sebuah hubungan timbal balik. Jika individu terkena penyakit infeksi, maka keadaan tersebut mampu memperburuk kondisi gizi. Hal sebaliknya juga terjadi, apabila individu mengalami kondisi gizi yang buruk, maka tubuhnya akan menjadi rentan terhadap penyakit.

Gizi buruk juga akan menghambat reaksi imunologis serta berhubungan dengan prevalensi penyakit serta derajat berat ringannya penyakit. Penyakit infeksi akan membuat terjadinya peningkatan penghancuran jaringan tubuh karena dipakai untuk pembentukan protein atau enzim-enzim yang diperlukan dalam imunitas. Kekurangan gizi akan berpengaruh terhadap daya tahan tubuh dan respon imunologis terhadap suatu penyakit ataupun kejadian keracunan (Soemirat, 2000).

Ada beberapa cara melakukan penilaian status gizi pada kelompok masyarakat. Salah satunya adalah dengan pengukuran tubuh manusia yang dikenal dengan Antropometri. Dalam pemakaian untuk penilaian status gizi, antropometri disajikan dalam bentuk indeks yang dikaitkan dengan variabel lain. Variabel tersebut adalah sebagai berikut :

1. Umur

Umur sangat memegang peranan dalam penentuan status gizi, kesalahan penentuan akan menyebabkan interpretasi status gizi yang salah. Menurut Kementerian Kesehatan (2004) hasil penimbangan berat badan maupun tinggi badan yang akurat, menjadi tidak berarti bila tidak disertai dengan penentuan umur yang tepat. Kesalahan yang sering muncul adalah adanya kecenderungan untuk memilih angka yang mudah seperti 1 tahun; 1,5 tahun; 2 tahun. Oleh sebab itu penentuan umur anak perlu dihitung dengan cermat. Ketentuannya

adalah 1 tahun adalah 12 bulan, 1 bulan adalah 30 hari. Jadi perhitungan umur adalah dalam bulan penuh, artinya sisa umur dalam hari tidak diperhitungkan.

2. Berat Badan

Berat badan merupakan salah satu ukuran yang memberikan gambaran massa jaringan, termasuk cairan tubuh. Menurut Djumadias (1990) berat badan sangat peka terhadap perubahan yang mendadak baik karena penyakit infeksi maupun konsumsi makanan yang menurun. Berat badan dinyatakan dalam bentuk indeks BB/U (Berat Badan menurut Umur) atau melakukan penilaian dengan melihat perubahan berat badan pada saat pengukuran dilakukan, yang dalam penggunaannya memberikan gambaran keadaan kini. Berat badan paling banyak digunakan karena hanya memerlukan satu pengukuran, hanya saja tergantung pada ketetapan umur, tetapi kurang dapat menggambarkan kecenderungan perubahan situasi gizi dari waktu ke waktu.

3. Tinggi Badan

Tinggi badan memberikan gambaran fungsi pertumbuhan yang dilihat dari keadaan kurus kering dan kecil pendek. Berdasarkan Kementerian Kesehatan (2004) tinggi badan sangat baik untuk melihat keadaan gizi masa lalu terutama yang berkaitan dengan keadaan berat badan lahir rendah dan kurang gizi pada masa balita. Tinggi badan dinyatakan dalam bentuk Indeks TB/U (tinggi badan menurut umur), atau juga indeks BB/TB (Berat Badan menurut Tinggi Badan) jarang dilakukan, karena perubahan tinggi badan cenderung lambat dan biasanya hanya dilakukan setahun sekali. Keadaan indeks ini pada umumnya memberikan gambaran keadaan lingkungan yang tidak baik, kemiskinan dan akibat tidak sehat yang menahun.

Berat badan dan tinggi badan adalah salah satu parameter penting untuk menentukan status kesehatan manusia, khususnya yang berhubungan dengan status gizi. Penggunaan Indeks BB/U, TB/U dan

BB/TB merupakan indikator status gizi untuk melihat adanya gangguan fungsi pertumbuhan dan komposisi tubuh (Djumadiaz, 1990).

Kementerian Kesehatan (2004) juga menyatakan bahwa penggunaan berat badan dan tinggi badan akan lebih jelas dan sensitif/peka dalam menunjukkan keadaan gizi kurang bila dibandingkan dengan penggunaan BB/U. Dinyatakan dalam BB/TB, menurut standar WHO bila prevalensi kurus/wasting $< -2SD$ diatas 10 persen menunjukkan suatu daerah tersebut mempunyai masalah gizi yang sangat serius dan berhubungan langsung dengan angka kesakitan.

4. Indeks Massa Tubuh menurut Umur (IMT/U)

Indeks Massa Tubuh dapat dipakai untuk perhitungan status gizi anak dengan umur 0 – 60 bulan dan anak umur 5 – 18 tahun. Indeks Massa Tubuh menurut umur (IMT/U) adalah hasil pembagian dari berat badan dibagi dengan tinggi badan (dalam cm). IMT/U lebih spesifik dibandingkan perhitungan IMT saja, karena dapat menggambarkan apakah anak tersebut pendek, atau cukup TB nya, atau kelebihan TB menurut umur. Kategori dari IMT/U ini dibagi menjadi empat yaitu sangat kurus, kurus, normal, gemuk, dan obesitas, dengan keterangan ambang batas (*z-score*) sebagai berikut (Kepmenkes, 2010) :

- Sangat Kurus, apabila *z-score* $< -3 SD$
- Kurus, apabila *z-score* $-3 SD \leq < -2SD$
- Normal, apabila *z-score* $-2 SD \leq < 1 SD$
- Gemuk, apabila *z-score* $> 1 SD \leq < 2 SD$
- Obesitas, apabila *z-score* $> 2 SD$

d) ASI (Air Susu Ibu)

ASI mempunyai nilai proteksi terhadap pneumonia terutama selama 1 bulan pertama. Bayi yang tidak pernah diberi ASI lebih rentan mengalami ISPA dibandingkan dengan bayi yang diberi ASI paling

sedikit selama 1 bulan. Demikian juga pada bayi yang tidak diberi ASI akan 17 kali lebih rentan mengalami perawatan di RS akibat pneumonia dibandingkan dengan bayi yang mendapat ASI (Webster, M., & Fransisca, H., 2010)

e) BBLR

Rosdy, E. & Kristiani, T. (2005) dalam penelitiannya menyatakan di negara berkembang, kematian akibat pneumonia berhubungan dengan BBLR. Sebanyak 22 persen kematian pada pneumonia diperkirakan terjadi pada BBLR. Meta analisis menunjukkan bahwa BBLR mempunyai RR kematian 6,4 pada bayi berusia dibawah 6 bulan dan 2,9 pada bayi berusia 6 sampai 11 bulan.

f) Imunisasi

Bayi dan balita yang pernah terserang campak dan selamat akan mendapat kekebalan alami terhadap pneumonia sebagai komplikasi campak. Sebagian besar kematian ISPA berasal dari jenis ISPA yang berkembang dari penyakit yang dapat dicegah dengan imunisasi seperti difteri, pertusis, campak, maka peningkatan cakupan imunisasi akan berperan besar dalam upaya pemberantasan ISPA. Untuk mengurangi faktor yang meningkatkan mortalitas ISPA, diupayakan imunisasi lengkap. Bayi dan balita yang mempunyai status imunisasi lengkap bila menderita ISPA dapat diharapkan perkembangan penyakitnya tidak akan menjadi lebih berat.

Cara yang terbukti paling efektif saat ini adalah dengan pemberian imunisasi campak dan pertusis (DPT). Dengan imunisasi campak yang efektif sekitar 11 persen kematian pneumonia balita dapat dicegah dan dengan imunisasi pertusis (DPT) 6 persen kematian pneumonia dapat dicegah (Webster, M., and Fransisca, H., 2010).

g) Pendidikan Orang Tua

Tingkat pendidikan menunjukkan adanya hubungan dengan kejadian dan kematian ISPA. Kurangnya pengetahuan menyebabkan sebagian kasus ISPA tidak diketahui oleh orang tua dan tidak diobati.

h) Status Sosial Ekonomi

Anak yang berasal dari keluarga dengan status sosial ekonomi rendah mempunyai risiko lebih besar mengalami episode ISPA. Rahman, dkk menyatakan bahwa risiko mengalami ISPA adalah 3,3 kali lebih tinggi pada anak dengan status sosial ekonomi rendah.

Umumnya, individu yang rentan dengan penyakit infeksi dikarenakan status gizi yang buruk, tidak dapat dipisahkan juga oleh keadaan sosio-ekonomi juga yang sama buruknya. Cohen (2008) dalam artikel penelitiannya, mengungkapkan bahwa banyak anak-anak sekolah di Inggris dengan keadaan sosio-ekonomi yang rendah lebih sering tidak masuk sekolah dikarenakan menderita gangguan saluran pernafasan. Cohen juga menyebutkan penelitian yang sama dilakukan di Amerika bahwa anak-anak dari keluarga menengah ke bawah ditemukan jarang masuk sekolah dan lebih banyak menghabiskan waktunya di rumah karena menderita gangguan saluran pernafasan.

i) Penggunaan Fasilitas Kesehatan

Menurut Cohen (2008) angka kematian untuk semua kasus pneumonia pada anak yang tidak diobati diperkirakan 10 sampai 20 persen. Penggunaan fasilitas kesehatan dapat mencerminkan tingginya insidens ISPA, yaitu sebesar 60 persen dari kunjungan rawat jalan di Puskesmas dan 20 sampai 40 persen dari kunjungan rawat jalan dan rawat inap RS. Penggunaan fasilitas kesehatan sangat berpengaruh pada tingkat keparahan ISPA. Disebagian negara berkembang, pemanfaatan fasilitas kesehatan masih rendah.

j) Lingkungan

1. Polusi udara

Studi epidemiologi di negara berkembang menunjukkan bahwa polusi udara, baik dari dalam maupun dari luar rumah berhubungan dengan beberapa penyakit termasuk ISPA. Hal ini berkaitan dengan konsentrasi polutan lingkungan yang dapat mengiritasi mukosa saluran respiratori. Anak yang tinggal di dalam rumah dengan ventilasi yang baik memiliki insidens ISPA lebih rendah daripada anak yang berada di dalam rumah dengan ventilasi yang buruk.

Orang tua yang merokok menyebabkan anaknya rentan terhadap pneumonia. *Odds Ratio* mengalami ISPA bawah pada anak dengan durasi pemberian ASI yang singkat oleh ibu perokok dibandingkan dengan anak dengan durasi pemberian ASI yang lama oleh ibu non perokok adalah lebih kurang 2,2 (Rasmaliah, 2004).

Dapur berfungsi sebagai tempat untuk memasak, karena itu seluruh kegiatannya selalu berhubungan dengan panas, asap dan debu sehingga dapur mempunyai peranan penting dalam mempengaruhi kualitas udara dalam rumah. Dalam penataan ruangan didalam rumah yang paling utama adalah bagaimana meletakkan posisi dapur sehingga tidak menyebabkan asap dari dapur masuk keruangan lain dalam rumah.

Pajanan terhadap suhu dingin juga merupakan salah satu faktor risiko pneumonia. Selain itu, musim juga dapat mempengaruhi ISPA. Untuk pengendalian dan pemberantasan nyamuk dalam rumah, sebagian keluarga menggunakan bahan insektisida berupa obat nyamuk semprot atau obat nyamuk bakar. Rasmaliah (2004) juga menyatakan bahwa penggunaan obat nyamuk dapat menjadi pencemaran udara dalam rumah yang sangat membahayakan kesehatan yaitu gangguan saluran pernafasan. Beberapa studi yang dilakukan pada anak-anak di Malaysia terjadi peningkatan prevalensi ISPA pada rumah yang menggunakan obat nyamuk bakar.

Penggunaan bahan bakar dalam rumah tangga untuk beberapa keperluan seperti memasak biasanya dapat member pengaruh terhadap

kualitas kesehatan lingkungan rumah. Pemakaian bahan bakar tradisional seperti kayu bakar, arang atau minyak tanah sering menghasilkan pembakaran kurang sempurna. Apabila penghawaan rumah tidak baik dan tidak ada lubang asap didapur untuk mengeluarkan asap dan partikel debu dari dapur, maka asap akan memenuhi ruangan dan menyebabkan sirkulasi udara di dalam ruang tidak baik, apalagi ibu-ibu sering masak sambil menggendong anaknya, asap akan menimbulkan gangguan pernafasan terutama balita. Sedapat mungkin digunakan bahan bakar yang tidak menimbulkan pencemaran udara *indoor*. Menurut Tugaswati, T. A., Sukar, A. A, dan Soewasti, S (1993) kebiasaan ibu membawa anak sambil memasak didapur mempunyai risiko 2,5 kali pada anaknya terserang ISPA dan menurut Handayani (1999, dalam Lindawaty, 2010) dikelurahan Kalianyar Tambora Jakarta Barat menunjukkan hubungan yang kuat antara jenis bahan bakar yang digunakan di rumah dengan kejadian ISPA.

2. Penyakit lain

HIV/AIDS serta penyakit lain merupakan faktor risiko ISPA. Rasmaliah (2004) menyebutkan bahwa di beberapa negara, HIV mulai mejadi masalah karena pneumonia terjadi lebih sering dan lebih berat pada pasien HIV. Penelitian menunjukkan bahwa 25 persen dari kematian HIV disebabkan oleh ISPA bawah.

3. Bencana alam

Bencana alam seperti tsunami dapat menyebabkan peningkatan kasus dan kematian akibat ISPA, khususnya pneumonia. Pneumonia yang ditimbulkan adalah pneumonia aspirasi akibat masuknya cairan dan benda asing lain ke dalam paru (Rahajoe, N. N., Supriyatno, B., & Setyanto, D. B, 2008). Selain menyebabkan pneumonia tidak lama setelah bencana, tsunami juga dapat menyebabkan ISPA pada anak-anak selama berada di tempat pengungsian, hal ini dikarenakan kepadatan tempat tinggal dan keadaan lingkungan yang kurang baik.

Hasil penelitian dari berbagai negara termasuk Indonesia dan berbagai publikasi ilmiah dilaporkan faktor risiko baik yang meningkatkan insidens (morbiditas) maupun kematian (mortalitas) akibat pneumonia.

a) Faktor risiko yang meningkatkan insidens pneumonia, meliputi (Kemenkes, 2009) :

1. Faktor risiko pasti (*definite*) :

- Malnutrisi
- BBLR
- Tidak ASI eksklusif
- Tidak dapat imunisasi campak
- Polusi udara dalam rumah dan kepadatan

2. Faktor risiko hampir pasti (*likely*) :

- Asap rokok
- Defisiensi Zinc
- Kemampuan ibu merawat
- Penyakit penyerta (diare dan asma)

3. Kemungkinan faktor risiko (*possible*) :

- Pendidikan ibu
- Kelembaban
- Udara dingin
- Defisiensi vitamin A
- Polusi udara luar
- Urutan kelahiran dalam keluarga
- kemiskinan

b) Faktor risiko yang meningkatkan angka kematian pneumonia

Faktor risiko ini merupakan gabungan faktor risiko insidens ditambah dengan faktor tatalaksana di pelayanan kesehatan yaitu (Kemenkes, 2009) :

1. Ketersediaan pedoman tatalaksana
2. Ketersediaan tenaga kesehatan terlatih yang memadai
3. Kepatuhan tenaga kesehatan terhadap pedoman
4. Ketersediaan fasilitas yang diperlukan untuk tatalaksana pneumonia
5. Prasarana dan sistem rujukan

Hampir separuh penduduk dunia menggunakan bahan bakar biomassa (kayu bakar, arang, kompor dan lain-lain) untuk kebutuhan sehari-hari. Setiap hari wanita dan anak-anak terpapar dengan asap dapur mereka melebihi ambang batas yang diperkenankan. Beberapa studi di negara berkembang dilaporkan bahwa ada hubungan antara keterpaparan polusi dalam rumah dengan pneumonia, infeksi saluran pernafasan atas dan infeksi telinga tengah (WHO, 2006).

2.1.2 Klasifikasi ISPA

Klasifikasi ISPA menurut Kementerian Kesehatan (2010) berdasarkan golongannya, dibagi menjadi :

- a) Pneumonia, yaitu proses infeksi akut yang mengenai jaringan paru-paru (alveoli).
- b) Bukan pneumonia, meliputi batuk pilek biasa (*common cold*), radang tenggorokan (*pharyngitis*), tonsilitis dan infeksi telinga (otitis media).

Dalam menentukan klasifikasi penyakit, dibedakan atas dua kelompok, yaitu kelompok umur 2 bulan sampai kurang 5 tahun dan kelompok umur kurang 2 bulan. (Kemenkes, 2001)

- a) Untuk kelompok umur 2 bulan sampai kurang 5 tahun klasifikasi dibagi atas :

- Pneumonia berat
 - Pneumonia
 - Bukan pneumonia
- b) Untuk kelompok umur kurang 2 bulan klasifikasi dibagi atas :
- Pneumonia berat
 - Bukan pneumonia

Klasifikasi bukan pneumonia mencakup kelompok penderita balita dengan batuk yang tidak menunjukkan gejala peningkatan frekuensi nafas dan tidak menunjukkan adanya penarikan dinding dada bagian bawah kedalam. Klasifikasi bukan pneumonia mencakup penyakit ISPA lain diluar pneumonia seperti batuk pilek biasa (*common cold*), *pharyngitis*, tonsilitis, otitis atau penyakit ISPA non pneumonia lainnya.

Widoyono (2008) menjelaskan bahwa pneumonia berat didasarkan pada adanya batuk atau kesukaran bernafas disertai nafas sesak atau tarikan dinding dada bagian bawah kedalam (*chest indrawing*) pada anak usia 2 tahun sampai kurang dari 5 tahun, sementara untuk kelompok usia kurang dari 2 bulan ditandai adanya nafas cepat (*fast breathing*), yaitu frekuensi pernafasan sebanyak 60 kali permenit atau lebih atau adanya tarikan yang kuat pada dinding dada bagian bawah kedalam (*severe chest indrawing*).

Pneumonia didasarkan pada adanya batuk dan atau kesukaran bernafas disertai adanya nafas cepat sesuai umur. Batas nafas cepat (*fast breathing*) pada anak usia 2 bulan sampai kurang dari 1 tahun adalah 50 kali atau lebih permenit sedangkan untuk anak usia 1 sampai 5 tahun adalah 40 kali atau lebih permenit (Widoyono, 2008).

2.1.3 Mekanisme Terjadinya Gangguan Tubuh

Penularan penyakit ISPA dapat terjadi melalui udara yang telah tercemar, bibit penyakit masuk kedalam tubuh melalui pernafasan, oleh karena itu maka penyakit ISPA ini termasuk golongan *air borne disease*. Penularan melalui udara

dimaksudkan adalah cara penularan yang terjadi tanpa kontak dengan penderita maupun dengan benda terkontaminasi.

Sebagian besar penularan melalui udara dapat pula menular melalui kontak langsung, namun tidak jarang penyakit yang sebagian besar penularannya adalah karena menghisap udara yang mengandung unsur penyebab atau mikroorganisme penyebab. Saluran pernafasan selama hidup selalu terpapar dengan dunia luar sehingga untuk mengatasinya dibutuhkan suatu sistem pertahanan yang efektif dan efisien. Ketahanan saluran pernafasan terhadap infeksi maupun partikel dan gas yang ada di udara amat tergantung pada tiga unsur alami yang selalu terdapat pada orang sehat, yaitu (Alsagaff dan Mukty, 2010) :

- a) Keutuhan epitel mukosa dan gerak mukosilia
- b) Makrofag alveol
- c) Antibodi setempat

Kecenderungan infeksi bakteri bahwa bakteri mudah terjadi pada saluran nafas yang sel-sel epitel mukosanya telah rusak akibat infeksi yang terdahulu. Selain itu, hal-hal yang dapat mengganggu keutuhan lapisan mukosa dan gerak silia adalah (Alsagaff dan Mukty, 2010) :

- a) Asap rokok, gas SO_2 dan partikel merupakan polutan utama dalam pencemaran udara
- b) Sindroma imotil
- c) Pengobatan dengan O_2 konsentrasi tinggi (25 persen atau lebih)

Makrofag banyak terdapat di alveol dan akan dimobilisasi ke tempat lain bila terjadi infeksi. Asap rokok dapat menurunkan kemampuan makrofag membunuh bakteri sedangkan alkohol akan menurunkan mobilitas sel-sel ini. Antibodi setempat yang ada pada saluran pernafasan ialah IgA. Antibodi ini banyak didapatkan di mukosa. Kekurangan antibodi ini akan memudahkan terjadinya infeksi saluran pernafasan, seperti yang terjadi pada anak (Rosdy, E., & Kristiani, T., 2005).

Gambaran klinik radang yang disebabkan oleh infeksi sangat tergantung pada (Rosdy, E & Kristiani, T., 2005) :

a) Karakteristik inokulum

Meliputi ukuran aerosol, jumlah dan tingkat virulensi jasad renik yang masuk

b) Daya tahan tubuh

Seseorang tergantung pada utuhnya sel epitel mukosa, gerak mukosilia, makrofag alveol dan IgA.

c) Umur

ISPA yang terjadi pada anak dan bayi akan memberikan gambaran klinik yang lebih jelek bila dibandingkan dengan orang dewasa. Gambaran klinik yang jelek dan tampak lebih berat terutama disebabkan oleh infeksi virus pada bayi dan anak yang belum memperoleh kekebalan alamiah.

Pada ISPA dikenal tiga cara penyebaran infeksi, yaitu (Benvie, 2009):

a) Melalui aerosol yang lembut, terutama karena batuk

b) Melalui aerosol yang lebih kasar, terjadi pada batuk dan bersin

c) Melalui kontak langsung atau tidak langsung dari benda yang telah dicemari jasad renik (*hand to hand transmission*).

2.1.4 Tanda dan Gejala ISPA

Pada umumnya penyakit saluran pernafasan dimulai dengan keluhan dan gejala yang ringan. Dalam perjalanan penyakit gejala yang ringan dapat menjadi lebih berat dan dapat menimbulkan kegagalan pernafasan bahkan kematian. Tanda – tanda bahaya dapat dilihat berdasarkan tanda – tanda klinis dan tanda – tanda laboratoris. Tanda – tanda klinis meliputi (Rosdy, E & Kristiani, T., 2005) :

- a) Pada sistem respiratorik : nafas tak teratur (*dyspnea*), retraksi dinding thoraks, nafas cuping hidung, *cyanosis*, suara nafas lemah atau hilang, dan *wheezing*.
- b) Pada sistem cardial : *tachycardia*, *bradycardia*, *hypertensi*, *hypotension*, dan *cardiac arrest*.
- c) Pada sistem cerebral : gelisah, mudah terangsang, sakit kepala, bingung, kejang, dan koma.
- d) Pada umumnya : letih dan berkeringat banyak

Tanda – tanda laboratoris :

- a) *Hypoxemia*
- b) *Hypercapnea* dan
- c) *Acidosis* (metabolik dan respiratorik)

Penyakit ISPA adalah penyakit yang sangat menular, hal ini timbul karena menurunnya sistem kekebalan atau daya tahan tubuh, misalnya karena kelelahan atau stres. Rosdy, E & Kristiani, T., (2005) menambahkan bahwa pada stadium awal, gejalanya berupa rasa panas, kering dan gatal dalam hidung, yang kemudian diikuti bersin terus menerus, hidung tersumbat dengan ingus encer serta demam dan nyeri kepala. Permukaan mukosa hidung tampak merah dan membengkak. Infeksi lebih lanjut membuat sekret menjadi kental dan sumbatan di hidung bertambah. Bila tidak terdapat komplikasi, gejalanya akan berkurang sesudah 3-5 hari. Komplikasi yang mungkin terjadi adalah sinusitis, faringitis, infeksi telinga tengah, infeksi saluran tuba eustachii, hingga bronkhitis dan pneumonia (radang paru).

2.1.5 Kondisi Global, Nasional dan Lokal

ISPA masih merupakan masalah kesehatan yang penting karena menyebabkan kematian bayi dan balita yang cukup tinggi yaitu kira-kira 1 dari 4 kematian yang terjadi. Setiap anak diperkirakan mengalami 3-6 episode ISPA setiap tahunnya. 40-60 persen dari kunjungan di Puskesmas adalah oleh penyakit

ISPA. Dari seluruh kematian yang disebabkan oleh ISPA mencakup 20 -30 persen. Kematian yang terbesar umumnya adalah karena pneumonia dan pada bayi berumur kurang dari 2 bulan (Rasmaliah, 2004).

Hingga saat ini angka mortalitas ISPA yang berat masih sangat tinggi. Kematian seringkali disebabkan karena penderita datang untuk berobat dalam keadaan berat dan sering disertai penyulit-penyulit dan kurang gizi. Data morbiditas penyakit pneumonia di Indonesia per tahun berkisar antara 10 -20 persen dari populasi balita. Hal ini didukung oleh data penelitian dilapangan (Kecamatan Kediri, NTB adalah 17,8 persen ; Kabupaten Indramayu adalah 9,8 persen). Bila kita mengambil angka morbiditas 10 persen pertahun, ini berarti setiap tahun jumlah penderita pneumonia di Indonesia berkisar 2,3 juta .Penderita yang dilaporkan baik dari rumah sakit maupun dari Puskesmas pada tahun 1991 hanya berjumlah 98.271. Diperkirakan bahwa separuh dari penderita pneumonia didapat pada kelompok umur 0-6 bulan (Rasmaliah, 2004)

Insidens ISPA/pneumonia di Negara berkembang adalah 2 sampai 10 kali lebih banyak daripada Negara maju. Perbedaan tersebut berhubungan dengan etiologi dan faktor risiko. Di Negara maju, ISPA didominasi oleh virus, sedangkan di Negara berkembang oleh bakteri, seperti *S. pneumoniae* dan *H. Influenzae*. Di Negara berkembang, ISPA dapat menyebabkan 10 sampai 25 persen kematian, dan bertanggung jawab terhadap 1/3 sampai 1/2 kematian pada balita. Pada bayi angka kematiannya dapat mencapai 45 per 1000 kelahiran hidup.

Variasi insidens ISPA yang dilaporkan dari berbagai penelitian terjadi akibat adanya perbedaan dalam definisi dan identifikasi tipe penyakit serta karena perbedaan lokasi penelitian. Jumlah episode ISPA pada balita di daerah perkotaan berbeda dengan di daerah pedesaan. Di daerah perkotaan, jumlah episode ISPA umumnya lebih tinggi yaitu sebesar 6 – 8 kali pertahun sedangkan di pedesaan hanya 3 sampai 5 kali pertahun (Rahajoe, N. N., Supriyatno, B., & Setyanto, D. B., 2008).

ISPA merupakan penyebab kematian terbesar baik pada bayi maupun anak balita. Hal ini dapat dilihat melalui hasil survey mortalitas subdit ISPA pada tahun 2005 di 10 Provinsi, diketahui bahwa pneumonia merupakan penyebab kematian

terbesar anak balita yaitu 23,60 persen. Studi mortalitas pada Riskesdas 2007 menunjukkan bahwa proporsi kematian pada bayi (post neonatal) karena pneumonia sebesar 23,8 persen dan pada anak balita sebesar 15,5 persen. (Kemenkes, 2009)

ISPA termasuk penyakit 10 besar di Rumah Sakit, hal ini terlihat dari kunjungan pasien ke sarana kesehatan, sebanyak 15 – 30 persen kunjungan berobat di bagian rawat jalan dan rawat inap rumah sakit dan sebanyak 40 sampai 60 persen kunjungan berobat di Puskesmas. (Kemenkes, 2009). ISPA (Infeksi Saluran Pernafasan Akut) juga merupakan penyakit yang paling dominan di Indonesia dan merupakan penyebab kematian terbesar pada bayi dan balita. Survey mortalitas oleh Departemen Kesehatan pada tahun 2005 di 10 propinsi diketahui bahwa ISPA merupakan penyebab kematian bayi yaitu sebesar 22,3 persen dan pada tahun 2006 sebesar 23,6 persen. Penderita ISPA di Jakarta Pusat pada tahun 2009 tercatat 1.213 penderita. Sampai dengan bulan Agustus 2011 penyakit ISPA di Jakarta Utara sebanyak 16.750 penderita, sedangkan di Jakarta Barat penderita ISPA merupakan yang tertinggi yaitu 248.168 penderita (Widoyono, 2008).

2.2 *Particulate Matter (PM₁₀)*

Secara sederhana partikulat dapat diartikan sebagai salah satu substansi yang selalu ada dalam udara dan berpotensi mencemari udara. Udara itu sendiri secara umum adalah salah satu faktor pendukung kehidupan di muka bumi dan merupakan campuran gas-gas oksigen, nitrogen dan gas lainnya. Akan tetapi komponen-komponen yang terdapat dalam udara ambien bukan hanya terbatas pada bentuk gas saja, melainkan terkandung juga didalamnya zat-zat lain yaitu uap air dan partikulat. (Lipfert, 1994, dalam Bahri, 2008, p. 11)

Definisi lain diungkapkan oleh WHO (2000) dan US EPA (2004) bahwa PM₁₀ adalah fraksi dari partikulat kasar (*coarse particulate*) yang mempunyai diameter aerodinamik lebih kecil dari 10 µm. Menurut Koren (2003) PM₁₀ adalah partikulat padat dan cair yang melayang di udara dengan nilai median ukuran diameter aerodinamik 10 µm. Partikulat 10 µm mempunyai beberapa nama lain

yaitu PM₁₀ sebagai *inhalable particles*, *respirable particulate*, *respirable dust* dan *inhalable dust*. Definisi yang serupa juga dikemukakan oleh Marco Martuzzi et. al (2006, dalam Rahmah, 2005) yaitu partikulat dengan garis tengah aerodinamik lebih kecil dari 10 µm disebut PM₁₀.

Fierro (2010) mengungkapkan bahwa PM₁₀ terdiri dari berbagai komponen partikulat yang berasal dari lalu lintas kendaraan, pembakaran yang menghasilkan karbon, partikulat sekunder seperti nitrat dan sulfat, serta debu tanah yang dihembuskan angin yang berpotensi mengandung endotoksin juga partikulat biologi (spora, dan serbuk sari yang bersifat alergen).

2.2.1 Karakteristik, Jenis, dan Sumber

Debu yang dapat terhirup oleh pernafasan manusia secara alami adalah debu yang berukuran 0,1 sampai 10 mikron. Debu tersebut terdapat di udara dalam bentuk *Suspended Particulate Matter* (PM₁₀) atau disebut juga *inhalable dust* yang dapat terhirup oleh manusia dan dapat merusak paru-paru (Mamopelli, M. & Roseanne D., 2005).

Beberapa sifat dari debu tersebut adalah (Fierro, 2010) :

- a) Mengendap, debu yang mempunyai ukuran lebih besar akan lebih cepat mengendap oleh gravitasi bumi
- b) Menggumpal, partikulat debu yang punya kecenderungan menggumpal antara satu dengan yang lainnya
- c) Menarik air, hal ini disebabkan karena permukaan partikulat debu dapat terbungkus oleh lapisan air
- d) Bermuatan listrik, dalam keadaan partikulat debu bermuatan listrik yang berlawanan akan meningkatkan terjadinya penggumpalan.

Secara garis besar, sumber emisi partikulat digolongkan kedalam dua kelompok, yaitu sumber alamiah dan sumber antropogenik (Seinfeld, 1986).

- a) Sumber partikulat alamiah antara lain meliputi emisi-emisi partikulat dari aktifitas gunung berapi, debu yang berasal dari tanah dan

pecahan-pecahan batu, kebakaran, semburan air laut dan reaksi antara gas alami seperti CO_x , NO_x , SO_x , H_2S dan lain-lain.

- b) Sumber antropogenik adalah emisi yang berhubungan dengan aktifitas manusia, dalam hal ini terbagi dua, yaitu sumber bergerak dan sumber diam.

Emisi partikulat yang berasal dari sumber diam antara lain pembakaran bahan bakar, proses industri, pembangkit tenaga dan aktifitas non-industri, sedangkan sumber emisi partikulat bergerak pada umumnya dari sektor transportasi.

PM_{10} secara alami berasal dari tanah, bakteri, virus, jamur, ragi, serbuk sari serta partikulat garam dari evaporasi air laut, sedangkan dari aktifitas manusia, partikulat dihasilkan dari penggunaan kendaraan bermotor, hasil pembakaran industri dan tenaga listrik (*California EPA, 2007*)

Sumber partikulat sesuai dengan ukuran diameter terbagi 3, yaitu (US, EPA, 2004) :

- a) Partikulat sangat halus (*ultrafine*), diameter $< 0,1 \mu\text{m}$

Berasal dari hasil pembakaran, hasil transformasi SO_2 dan campuran organik di atmosfer serta hasil proses kimia pada temperatur tinggi.

- b) Partikulat mode akumulasi diameternya 0,1 sampai $3 \mu\text{m}$

Berasal dari hasil pembakaran batubara, minyak, bensin, solar dan kayu bakar, hasil transformasi NO_x , SO_2 dan campuran organik serta hasil proses pada temperature tinggi (peleburan logam, partikulat baja).

- c) Partikulat kasar (*coarse*), diameter $> 3 \mu\text{m}$

Berasal dari resuspensi industri, jejak tanah di atas jalan raya, suspensi dari kegiatan yang mempengaruhi tanah (pertanian, pertambangan dan jalan tidak beraspal), kegiatan konstruksi dan penghancuran, pembakaran minyak dan batu bara yang tidak terkendali, percikan air laut serta sumber biologi.

PM₁₀ dihasilkan secara langsung dari emisi mesin diesel, industri pertanian, aktifitas di jalan, reaksi fotokimia yang melibatkan polutan misalnya hasil pembakaran mesin kendaraan bermotor, pembangkit tenaga listrik dan ketel uap industri (Mamopelli, M. & Roseanne D, 2005).

Sedangkan pengklasifikasian partikulat berdasarkan organ deposit di dalam tubuh manusia terbagi menjadi tiga kategori (Politis, M., Pilinis, C., & Lekkas, T. D., 2008) :

a) *Inhalable Particle*

Ukuran partikulat jenis *inhalable particle* memiliki diameter < 100 μm .

b) *Thoracic Particle*

Ukuran partikulat jenis *thoracic particle* memiliki diameter < 10 μm . *Thoracic particle* mampu menembus saluran pernafasan bagian atas hingga ke saluran udara di paru-paru.

c) *Respirable Particle*

Ukuran partikulat jenis *respirable particle* memiliki diameter < 4 μm . *Respirable particle* disebut juga *airborne particle*. Partikulat jenis ini mampu menembus *bronchioli* hingga alveoli.

2.2.2 PM₁₀ di Udara dalam Ruangan

Holopainen (2006) dalam studinya menyatakan bahwa partikulat udara dalam ruangan lebih sedikit mendapatkan perhatian dibandingkan dengan partikulat udara di luar ruangan (*outdoor*). Padahal, kemungkinannya partikulat udara di dalam ruangan memiliki pengaruh yang lebih berbahaya dibandingkan partikulat udara di luar ruangan. Dirumah dan lingkungan non industri seperti kantor dan sekolah, konsentrasi PM₁₀ biasanya berkisar antara 20-200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Sedangkan konsentrasi yang ekstrim biasanya dapat mencapai 1000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Sumber partikulat udara di dalam ruangan dapat berasal dari asap rokok, proses memasak, pemanas ruangan, mikroba, binatang peliharaan, lilin serta

partikulat sekunder lainnya. Konsentrasi partikulat aerosol di udara dalam ruangan dan distribusinya bergantung pada masuknya partikulat udara dari luar ke dalam ruangan, sumber emisi dan aerosol dinamik di dalam ruangan (Tomany, 1975). Masuknya udara dari luar ruangan dipengaruhi oleh ventilasi, nilai pertukaran udara, filtrasi, kerusakan pada struktur bangunan, dan faktor lainnya. Proses utama aerosol dinamik terdiri dari deposisi partikulat, kondensasi, penguapan dan kadang terjadi penggabungan beberapa partikulat udara.

Faktor lain yang berpengaruh yaitu aktivitas manusia di dalam ruangan (Holopainen, 2006). Peningkatan konsentrasi PM_{10} di dalam ruang kelas berhubungan dengan material yang terbawa oleh sepatu anak, penggunaan kapur tulis dan adanya aktivitas fisik yang cukup tinggi di dalam kelas (Carrer, 2002).

2.2.3 Kondisi Global, Nasional dan Lokal

Dampak emisi gas buang merupakan masalah serius yang dihadapi oleh negara-negara industri. Akibat yang ditimbulkan oleh emisi gas buang tidak hanya mempunyai akibat langsung terhadap kesehatan manusia tetap juga pada makhluk lainnya seperti tanaman, hewan dan ekosistem. Mamopelli, M. & Roseanne D, (2005) menjabarkan beberapa fakta bahwa berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di Amerika Serikat pada tahun 1980, kematian yang disebabkan oleh pencemaran udara mencapai angka kurang lebih 51.000 orang. Angka tersebut jauh lebih besar dibandingkan angka kematian karena penyakit jantung, kanker dan AIDS. Studi oleh para peneliti di Universitas Harvard menunjukkan bahwa kematian akibat pencemaran udara berjumlah antara 50.000 dan 100.000 per tahun. Polusi udara yang tinggi memang berpengaruh buruk bagi kesehatan, terutama paru-paru. Hasil penelitian Shakira Franco Suglia dari Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Harvard, Boston, AS, satu fakta terungkap bahwa polusi udara dapat mengakibatkan IQ anak jongkok, tim ini meneliti terhadap 202 anak berusia 8 hingga 11 tahun.

Lebih jauh, Wardhana (2001) mengungkapkan bahwa menurut para ahli, pada sekitar tahun 2000-an, kematian yang disebabkan oleh pencemaran udara mencapai angka 57.000 orang per tahunnya. Selama 20 tahun angka kematian

disebabkan oleh pencemaran udara naik mendekati 14 persen atau mendekati 0.7 persen per tahun. Selain itu, kerugian materi yang disebabkan oleh pencemaran udara, apabila diukur dengan uang, dapat mencapai sekitar 12-15 juta USD per tahun, dimana angka tersebut akan lebih bermanfaat jika dapat dipergunakan untuk bantuan kesejahteraan manusia.

Di negara berkembang pada pertengahan tahun 1990an, persentase kematian pertahun karena polusi partikulat dalam ruang di daerah pedesaan diperkirakan lebih besar daripada daerah perkotaan, yaitu sebesar 62,5 persen (1.876.000) dari seluruh kematian karena partikulat dan dari angka tersebut sebagian besar kematian adalah karena infeksi saluran pernafasan akut pada anak-anak (WHO, 1999b).

Pencemaran udara di Indonesia, khususnya Jakarta telah mengalami tingkat mengkhawatirkan dibandingkan dengan standar WHO. Penyebab dari pencemaran udara sekitar 80 persen berasal dari sektor transportasi dan 20 persen industri dan limbah domestik. Penelitian yang dilakukan oleh Martono et.al (2003) menyatakan bahwa terdapat perbedaan yang bermakna antara rata-rata konsentrasi PM_{10} udara ambien di titik 0 meter dari jalan raya dan jarak 120 meter dari jalan raya. Konsentrasi tertinggi PM_{10} di titik 0 meter terjadi di Grogol ($744,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$) dan terendah terdapat di Cibinong ($92,72 \mu\text{g}/\text{m}^3$), dengan rata-rata sebesar $326,25 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Sedangkan untuk pengukuran pada jarak 120 meter dari jalan raya, konsentrasi PM_{10} tertinggi terdapat di Kebayoran Baru ($290,93 \mu\text{g}/\text{m}^3$) dan terendah terdapat di Ciputat ($15,85 \mu\text{g}/\text{m}^3$), dengan rata-rata sebesar $97,09 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Berdasarkan hasil penelitian tentang Hubungan Konsentrasi $PM_{2,5}$ Dan SO_2 dengan Penurunan Kapasitas Fungsi Paru Penduduk Sekitar Kawasan Industri Makassar (KIMA) Makassar, oleh Daud dan Sedionoto (2010); Hasil pengukuran konsentrasi $PM_{2,5}$ pada titik 1 yaitu $67,71 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dengan radius antara 100-250 meter, sedangkan pada radius antara 300-500 meter atau titik 2 dan titik 3 masing masing $26,17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan $29,67 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan parameter SO_2 titik 1 ($30,63 \mu\text{g}/\text{m}^3$), titik 2 ($25,63 \mu\text{g}/\text{m}^3$), dan titik 3 ($21,84 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Faktor umur, kebiasaan merokok dan konsentrasi $PM_{2,5}$ merupakan faktor risiko terjadinya penurunan fungsi paru pada penduduk yang tinggal di Kawasan Industri Makassar, BMI merupakan

faktor protektif terjadinya penurunan kapasitas paru pada penduduk yang tinggal di Kawasan Industri Makassar, SO₂, dan lama tinggal bukan merupakan faktor terjadinya penurunan kapasitas fungsi paru penduduk yang tinggal di Kawasan Industri Makassar.

2.2.4 Gangguan Kesehatan yang Timbul Akibat PM₁₀

Partikulat masuk kedalam tubuh manusia terutama melalui sistem pernafasan, oleh karena itu pengaruh yang merugikan langsung terutama terjadi pada sistem pernafasan. Faktor yang paling berpengaruh terhadap sistem pernafasan terutama adalah ukuran partikulat karena ukuran partikulat yang menentukan seberapa jauh penetrasi partikulat ke dalam sistem pernafasan. (Fardiaz, 1992).

Pengaruh partikulat debu terhadap kesehatan tergantung pada ukuran, dan yang membahayakan, umumnya berkisar 0,1-10 µm. Partikulat dengan ukuran 0.5 µm dapat langsung masuk ke dalam paru-paru dan terendap di alveoli. Namun demikian partikulat yang ukurannya > 0,5 µm bukan berarti tidak berbahaya. Partikulat berukuran > 0,5 µm dapat mengganggu saluran pernafasan bagian atas serta menyebabkan iritasi. Keadaan akan bertambah buruk apabila terjadi reaksi sinergistik dengan gas SO₂ di udara. Partikulat juga dapat menyebabkan iritasi pada mata dan menghalangi daya tembus pandang (Kemenkes, 2001).

Partikulat yang masuk dan tertinggal di paru-paru dapat berbahaya bagi kesehatan karena tiga hal (Fardiaz, 1992):

- a) Partikulat mungkin beracun karena sifat kimia dan fisiknya.
- b) Bersifat *inert* (tidak bereaksi) namun jika tertinggal di dalam saluran pernafasan dapat mengganggu pembersihan bahan-bahan lain yang berbahaya.
- c) Partikulat tersebut mungkin membawa molekul gas yang berbahaya.

Pada umumnya dampak yang terjadi adalah iritasi mata dan gangguan infeksi saluran pernafasan akut. Efek kesehatan potensial yang disebabkan PM₁₀ dapat memperburuk penyakit saluran pernafasan yaitu asma seperti nafas

berbunyi, ISPA, bronkitis kronis, penyakit paru obstruktif kronis dan meningkatkan kematian akibat kardiovaskuler (WHO, 2002).

Fluktuasi harian PM_{10} , menurut *The American Thoracic Society's Environmental and Occupational Health*, berhubungan dengan penyakit saluran pernafasan akut, sesuai dengan rekam medis di rumah sakit, absenteisme murid di sekolah dimana keluhan saluran pernafasan dapat menurunkan nilai rata-rata maksimal aliran udara pada paru anak dan meningkatkan penggunaan obat-obatan penderita asma (Kleinman, 2000).

Pajanan singkat PM_{10} dapat mempengaruhi reaksi radang paru-paru, gejala saluran pernafasan, meningkatkan efek pada sistem kardiovaskuler, peningkatan penggunaan obat, perawatan di rumah sakit dan kematian. Sedangkan pajanan lama menunjukkan adanya peningkatan gejala saluran pernafasan bawah, penurunan fungsi paru pada anak, peningkatan obstruktif paru kronis, penurunan fungsi paru pada orang dewasa, penurunan rata-rata usia harapan hidup, terutama kematian akibat *cardiopulmonary* dan probabilitas kejadian kanker paru (WHO, 2006).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Zaini (2008), penelitian epidemiologis pada manusia dan hewan menunjukkan PM_{10} memiliki potensi besar merusak jaringan tubuh. Anak-anak dan orang tua sangat rentan terhadap pengaruh partikulat ini, sehingga di daerah dengan kepadatan lalu lintas atau daerah dengan tingkat polusi udara yang tinggi, maka akan berbanding lurus dengan tingginya morbiditas penyakit pernafasan pada anak-anak dan usia lanjut bahkan sampai meningkat secara signifikan. Penelitian lanjutan yang dilakukan dengan follow up selama hampir 11 tahun menunjukkan bahwa pajanan pencemar termasuk PM_{10} dapat mengurangi fungsi paru bahkan pada populasi normal dimana belum terjadi gejala gangguan pernafasan.

2.2.5 Perjalanan Pajanan sampai pada Tubuh Manusia

Debu yang berada di udara, keseluruhannya bisa masuk ke dalam tubuh manusia melalui proses inhalasi. Dalam proses inhalasi, debu tersebut mengalami

tiga jenis perjalanan sampai akhirnya bisa mengakibatkan efek kesehatan pada individu. Perjalanan pajanan tersebut antara lain, yaitu (Mukono, 2003) :

a) Proses Inersia

Secara sederhana, proses ini dapat dijelaskan sebagai kelembaban partikel debu yang bergerak di dalam saluran pernafasan. Pernafasan yang lurus akan membuat debu langsung ikut dengan aliran udara masuk ke dalam saluran pernafasan. Untuk jenis debu dengan massa partikel yang besar, saat bergerak lurus dalam saluran pernafasan biasanya tidak dapat terdorong oleh aliran udara, sehingga di suatu titik, debu tersebut akan menempel dan mengendap.

b) Proses Sedimentasi

Terjadi pada bronki dan bronkioli dimana kecepatan aliran udara kurang dari 1 cm/detik sehingga memungkinkan partikel debu mengalami gaya berat dan akhirnya mengendap di suatu titik.

Debu dengan ukuran 3-5 μm akan mengendap dan menempel pada mukosa bronkioli, sedangkan yang berukuran 1-3 μm akan langsung ke permukaan alveoli paru.

c) Gerak Brown

Dapat terjadi pada partikel debu yang mempunyai ukuran lebih kecil (0,1 μm) oleh adanya udara gesekan pada mekanisme itu memungkinkan partikel debu membentur dinding alveoli dan akhirnya tertimbun.

Tidak ada debu yang benar-benar *inert* (tidak merusak paru-paru) dan pada konsentrasi tinggi semua debu bersifat merangsang sehingga menimbulkan reaksi produksi lender yang berlebihan. Debu fibrogenik dapat menimbulkan reaksi paru sehingga akan membentuk jaringan parut pada paru-paru.

Sistem pernafasan mempunyai beberapa sistem pertahanan yang mencegah masuknya partikel baik berbentuk padat maupun cair kedalam paru-paru. Bulu-bulu hidung akan mencegah masuknya partikel berukuran besar sedangkan partikel yang lebih kecil akan dicegah masuk oleh membran mukosa yang terdapat

disepanjang sistem pernafasan dan merupakan tempat partikel menempel. Pada beberapa bagian sistem pernafasan terdapat bulu-bulu halus (silia) yang bergerak kedepan dan kebelakang bersama-sama mukosa sehingga membentuk aliran yang membawa partikel yang ditangkanya keluar dari sistem pernafasan ketenggorokan, dimana partikel tersebut tertelan.

Partikel yang mempunyai diameter lebih besar dari 5,0 μm akan berhenti dan terkumpul terutama didalam hidung dan tenggorokan. Partikel yang berukuran diameter 0,5 – 5,0 μm dapat terkumpul didalam paru-paru sampai pada *bronchioli* dan hanya sebagian kecil yang sampai alveoli. Sebagian besar partikel yang terkumpul didalam *bronchioli* akan dikeluarkan oleh silia dalam waktu dua jam. Partikel yang berukuran diameter kurang dari 0,5 μm dapat mencapai dan tinggal di dalam alveoli. Pembersihan partikel yang sangat kecil dari alveoli sangat lambat dan tidak sempurna dibandingkan dengan di dalam saluran yang lebih besar. Beberapa partikel yang tetap tertinggal di dalam alveoli dapat terabsorpsi ke dalam darah. (Fardiaz, 1992).

2.3 Faktor Lingkungan

Bahan bangunan dan kondisi rumah serta lingkungan yang tidak memenuhi syarat kesehatan, merupakan faktor resiko dan sumber penularan berbagai jenis penyakit. Penyakit Infeksi Saluran Pernafasan Akut (ISPA) dan tuberkulosis merupakan penyakit yang erat kaitannya dengan kondisi higiene bangunan perumahan, berturut-turut merupakan penyebab kematian nomor 2 dan 3 di Indonesia (SKRT, 1995) (Kemenkes, 2007).

2.3.1 Ventilasi

Ventilasi adalah proses pergantian udara segar ke dalam dan mengeluarkan udara kotor dari suatu ruangan tertutup secara alamiah maupun buatan. Berdasarkan kejadiannya, ventilasi dibagi menjadi dua, yaitu :

- a) Ventilasi alamiah

Fungsi dari ventilasi alamiah adalah untuk mengalirkan udara di dalam ruangan yang terjadi secara alamiah melalui jendela, pintu, serta lubang angin. Kegunaan lain dari ventilasi alamiah adalah untuk menggerakkan udara sebagai hasil dari sifat *porous* dinding ruangan, atap dan lantai.

b) Ventilasi buatan

Ventilasi buatan dapat dilakukan dengan menggunakan alat mekanis maupun elektrik, seperti kipas angin, *exhauster* dan pendingin ruangan (*Air Conditioner*).

Suatu ventilasi dikatakan baik dan memenuhi syarat apabila berada pada kriteria berikut (Kepmenkes No. 1077, 2011) :

a) Luas lubang ventilasi minimal lima persen dari luas lantai

Untuk luas lubang ventilasi insidentil (ventilasi yang dapat dibuka dan ditutup) minimal lima persen dari luas lantai. Sehingga, jumlah keduanya menjadi 10 persen dari luas ruangan lantai.

b) Udara yang masuk ke dalam ruangan harus bersih, tidak dicemari asap kendaraan bermotor, asap pembakaran sampah, serta debu.

c) Aliran udara diusahakan *cross ventilation*. Maksud dari *cross ventilation* adalah dengan menempatkan lubang ventilasi berhadapan antar dua dinding. Aliran udara tersebut tidak boleh terhalang oleh barang-barang besar seperti dinding, lemari, sekat rumah dll.

Dinata (2007, dalam Vita 2009) dalam penelitiannya melanjutkan bahwa pengukuran atau penilaian ventilasi rumah dapat dilakukan dengan cara membandingkan antara luas ventilasi dan luas lantai rumah menggunakan rollmeter. Jika berdasarkan indikator penghawaan rumah, maka luas ventilasi yang memenuhi syarat kesehatan adalah ≥ 10 persen dari luas lantai rumah. Sedangkan luas ventilasi yang tidak memenuhi syarat adalah < 10 persen dari luas lantai rumah.

Menurut Lindawaty (2010), kurangnya ventilasi akan menyebabkan proses sirkulasi udara dalam ruangan berjalan tidak normal, serta membuat ruangan

menjadi terasa panas. Kondisi tersebut bisa menjadi lebih buruk apabila ruangan tersebut padat penghuninya, yang mengakibatkan kurangnya oksigen serta meningkatnya karbondioksida. Sirkulasi udara yang baik akan mengurangi kadar partikulat, dan sebaliknya apabila ventilasi tidak memenuhi syarat maka akan meningkatkan kadar partikulat di dalam ruangan. Selain itu ventilasi yang baik dapat membebaskan udara ruangan dari bakteri-bakteri terutama pathogen karena dengan adanya ventilasi maka akan selalu terjadi pertukaran aliran udara yang terus menerus. Fungsi lain dari ventilasi adalah untuk menjaga agar ruangan rumah selalu tetap pada kelembaban yang seharusnya. Tidak cukupnya ventilasi akan menyebabkan kelembaban udara dalam ruangan meningkat karena terjadinya proses penguapan cairan dari kulit dan penyerapan, sedangkan kelembaban merupakan media yang baik untuk timbulnya bakteri (Tugaswati, T. A., Sukar, A. A, dan Soewasti, S, 1996). Krieger dan Higgins (2002) menyatakan bahwa ventilasi yang kurang baik dapat membahayakan kesehatan khususnya saluran pernafasan. Ventilasi yang buruk dapat meningkatkan paparan asap.

2.3.2 Suhu dan Kelembaban

Udara segar bergungsi untuk menjaga suhu serta kelembaban dalam ruangan. Biasanya suhu kamar yang baik adalah 22°C-30°C. Suhu udara yang tinggi akan menyebabkan tubuh semakin banyak kehilangan garam dan air sehingga akan terjadi kejang atau kram serta mengalami gangguan metabolisme dan sirkulasi aliran darah.

Pengaturan kelembaban dalam ruangan sangat penting. Kelembaban yang tinggi dan debu dapat menyebabkan berkembang biaknya organisme pathogen maupun organisme yang bersifat allergen serta pelepasan *formaldehyde* dari material bangunan. Sedangkan kelembaban yang terlalu rendah dapat menyebabkan kekeringan/iritasi pada membran mukosa, iritasi mata dan gangguan sinus (Kemenkes, 2007).

Semakin tinggi kelembaban dalam ruangan maka dapat mempengaruhi penurunan daya tahan tubuh seseorang, juga dapat meningkatkan kerentanan tubuh terhadap penyakit terutama infeksi. Kelembaban dianggap memenuhi syarat

apabila berada pada kisaran 40-70 persen, dan dikatakan tidak memenuhi syarat apabila < 40 persen dan > 70 persen (Kepmenkes No. 1077, 2011).

Kelembaban berkaitan dengan ventilasi karena sirkulasi udara yang tidak lancar akan mempengaruhi suhu udara dalam rumah menjadi rendah sehingga kelembaban udara menjadi tinggi. Ruangan dengan kelembaban udara yang tinggi memungkinkan adanya *rodentia* seperti tikus, dan kecoa. Jamur juga bisa menjadi salah satu indikator tingginya kelembaban dalam suatu ruangan. Hal tersebut berperan besar dalam patogenis penyakit pernafasan (Krieger dan Higgins, 2002).

Di tahun 1991, Lebowitz dengan rekannya O'Rourke menyatakan bahwa efek kesehatan yang berhubungan dengan kelembaban, karena kelembaban adalah faktor pendukung proliferasi berbagai mikroorganisme. Bakteri di dalam ruangan juga berperan sebagai pengubah ukuran aerosol *non-viable* (tidak hidup) akibat penyerapan uap air, juga mempengaruhi pertumbuhan partikulat *viable* (hidup).

Suhu dalam suatu ruangan dapat mempengaruhi kelembaban, sehingga dapat berpengaruh pada kondisi udara yang kering dan mengakibatkan iritasi membran mukosa, hal ini menjadi faktor penting yang harus diperhatikan karena dapat memicu terjadinya infeksi saluran pernafasan (WHO, 1997). Suhu udara yang rendah dapat menyebabkan polutan dalam atmosfer terperangkap dan tidak menyebar. Peningkatan suhu dapat mempercepat reaksi kimia perubahan polutan udara (Yusnabeti, 2010).

2.3.3 Pencahayaan

Luas jalan masuk cahaya pada jendela terkait dengan banyaknya cahaya yang akan didapatkan untuk penerangan dalam suatu ruangan. Menurut Azwar (1990) pencahayaan yang dibutuhkan dalam suatu ruangan minimal 15-20 persen dari luas lantai yang terdapat di dalam ruangan.

Penerangan alami sangat penting dalam menerangi rumah untuk mengurangi kelembaban. Penerangan alami diperoleh dengan masuknya sinar matahari ke dalam ruangan melalui jendela, celah maupun bagian lain dari rumah

yang terbuka, selain berguna untuk penerangan, sinar ini juga mengurangi kelembaban ruangan, mengusir nyamuk atau serangga lainnya dan membunuh kuman penyebab penyakit tertentu. Dikemukakan Azwar (1990) cahaya yang mampu untuk membunuh bakteri adalah cahaya pada panjang gelombang 4000 Å sinar ultra violet.

Pencahayaan alami dianggap baik jika besarnya antara 60-120 lux (Kepmenkes No. 1405, 2002), dan dikatakan buruk apabila besarnya < 60 lux atau > 120 lux. Hal yang perlu diperhatikan dalam pembuatan jendela adalah mengusahakan agar sinar matahari dapat masuk ke dalam ruangan serta tidak terhalang oleh bangunan lain. Jadi dengan kata lain, fungsi jendela juga dapat digunakan sebagai jalan masuk cahaya.

2.3.4 Kepadatan Hunian

Menurut Depdiknas RI (2007), persyaratan luas ruang kelas sekolah dasar yaitu 56m^2 dengan kapasitas maksimum 28 orang atau $2\text{m}^2/\text{orang}$. Berdasarkan penelitian Janssen (1999) di Amsterdam menunjukkan konsentrasi PM_{10} yang tinggi di dalam kelas berhubungan dengan resuspensi debu akibat aktivitas murid di dalam kelas, ketika ruang kelas dihuni oleh sekitar 30 anak.

Infeksi saluran pernafasan ditularkan melalui kontak langsung atau droplet dari saluran pernafasan, dan lebih sering terjadi pada kontak yang dekat. Keadaan demikian sering terjadi di semua bentuk kepadatan seperti kepadatan hunian rumah (jumlah saudara dan besarnya rumah), kepadatan penghuni ruangan serta kepadatan populasi.

Rumah dikatakan padat penghuninya apabila perbandingan luas lantai seluruh ruangan rumah dengan jumlah penghuni $> 10\text{ m}^2/\text{orang}$, dimana ukuran seharusnya untuk luas lantai ruang tidur minimal $3\text{m}^2/\text{orang}$ untuk mencegah penularan penyakit. Selain itu jarak antara tepi kamar tidur yang satu dengan yang lain minimum 90 cm (Kemenkes, 2001). Kamar tidur sebaiknya tidak dihuni lebih dari dua orang kecuali untuk suami istri serta bayi dibawah dua tahun.

Kondisi kepadatan hunian memang juga tidak terlepas dari faktor penularan suatu penyakit antar individu. Gangguan pernafasan yang disebabkan oleh virus, biasanya saling disebarkan melalui individu lainnya dan dihantarkan melalui udara. Notoatmodjo (2003) mengungkapkan bahwa kondisi rumah yang dihuni lebih dari batas hunian yang dipersyaratkan dapat mengakibatkan kurangnya konsumsi oksigen, kemudian memudahkan terjadinya penularan apabila ada salah satu penghuni rumah yang sedang menderita penyakit infeksi.

2.4 Gangguan ISPA Ditinjau dari Aspek Kualitas Udara (PM₁₀) dan Faktor Lain yang Berpengaruh

Berikut akan dijabarkan beberapa penelitian yang memiliki relevansi dengan penelitian yang akan penulis lakukan. Penelitian yang menjadi acuan adalah penelitian di dalam dan di luar negeri.

Penelitian Purwana (1999) menunjukkan bahwa kadar PM₁₀ dalam rumah balita yang tidak memenuhi syarat memiliki risiko 5,4 kali pada balita mengalami ISPA dibandingkan dengan kadar PM₁₀ rumah balita yang memenuhi syarat. Penelitian yang dilakukan Munziah (2002) tentang hubungan partikulat melayang (PM₁₀) rumah dengan kejadian gangguan saluran pernafasan menunjukkan bahwa bayi dan balita yang tinggal dirumah dengan kadar PM₁₀ tinggi mempunyai kemungkinan mendapatkan gangguan pernafasan sebanyak 2,9 kali dibandingkan dengan bayi dan balita yang tinggal dirumah dengan kadar PM₁₀ rendah. Balita yang tinggal pada rumah dengan kadar partikel debu PM₁₀ rumah diatas 70 µg/m³ mempunyai risiko menderita penyakit ISPA sebesar 6,09 kali dibandingkan dengan balita yang tinggal dalam rumah dengan kadar partikulat debu PM₁₀ < 70 µg/m³.

Benzie (2009) mengungkapkan bahwa terdapat penelitian dari luar yang menyatakan bahwa terdapat signifikansi hubungan ventilasi menunjukkan bahwa balita yang tidur di kamar dengan luas ventilasi yang tidak memenuhi syarat memiliki risiko 6,0 kali menderita pneumonia dibandingkan dengan balita yang tidur di kamar yang ventilasinya memenuhi syarat. Lebih lanjut, penelitian yang dilakukan Fitria (2003, dalam Rahmah, 2005, p.36) menunjukkan bahwa rasio luas lubang angin/luas rumah, kepadatan hunian rumah, obat nyamuk, bahan

bakar memasak dan kebiasaan merokok berhubungan dengan kualitas udara dan gangguan pernafasan pada bayi dan balita.

Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Astuti di tahun 2000, dua tahun kemudian penelitian penelitian yang dilakukan oleh Hamidi (2002) juga menunjukkan adanya hubungan yang bermakna antara lubang angin, kelembaban, kadar PM_{10} yang melebihi $70 \mu g/m^3$ dengan kejadian gangguan pernafasan. Dua penelitian lokal tersebut didukung oleh penelitian dari luar yaitu oleh Yang, et. al. (2004 dalam Lei Chen, 2000) dimana dalam penelitiannya menunjukkan bahwa PM_{10} dengan jarak tiga hari secara signifikan berhubungan dengan pintu masuk saluran pernafasan.

Konsentrasi PM_{10} udara ambien berhubungan terhadap penyakit ISPA di kelurahan Cakung Barat yang disebabkan oleh faktor lingkungan, (Rahmah, 2003). Lacasana et.al. (2005, dalam Gertrudis, 2010, p. 36) dalam penelitiannya menunjukkan bahwa konsentrasi PM_{10} dihubungkan dengan sekitar 5 persen kematian balita untuk penyebab semua kasus dan di sekitar 22 persen kematian bayi berhubungan dengan penyakit pernafasan.

Purwana (1999) dalam penelitiannya menyebutkan bahwa di Kelurahan Pekojan, Jakarta Utara, melalui hasil uji yang dilakukan, terdapat hubungan yang signifikan antara status gizi dengan gangguan saluran pernafasan yang dialami balita disana. Menurutnya, faktor gizi berhubungan dengan daya tahan tubuh terhadap infeksi saluran pernafasan. Lebih lanjut, dikemukakan juga bahwa episode batuk pilek yang dialami oleh balita di Pekojan, terdapat pada balita yang memiliki status gizi yang kurang. Wattimena (2004) juga menyatakan bahwa terdapat hubungan yang bermakna antara status gizi dengan kejadian ISPA pada balita. Balita dengan gizi yang kurang akan berisiko 5,98 kali lebih tinggi untuk menderita Gangguan ISPA dibandingkan balita dengan gizi baik.

Penelitian sejalan juga ditemukan pada penelitian yang dilakukan oleh Dewanti (2011) bersama dengan rekan-rekannya dari Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga, menyatakan bahwa anak-anak usia 0-36 bulan di Wilayah Watugede, Malang, sebagian besar dari responden penelitian (88 persen) memiliki status gizi yang buruk dengan pengukuran berdasarkan IMT. Hasil uji *Chi-Square*

yang dilakukan, *p-value* yang dihasilkan sebesar 0.026, artinya terdapat hubungan yang signifikan antara kejadian ISPA di daerah Watugede, Malang dengan status gizi yang kurang pada balita. Penelitian paralel juga dilakukan oleh Lestari (2011) yang melakukan penelitian serupa dengan Dewanti, hanya berbeda kecamatan. Penelitian Lestari dilakukan kepada balita umur 12-60 bulan, dengan pengukuran status gizi menggunakan berat badan per umur (BB/U), bukan seperti yang dilakukan oleh Dewanti dkk, menggunakan IMT. Hasil uji *Chi-Square* yang dilakukan menunjukkan adanya hubungan yang bermakna antara gizi kurang pada balita dengan kejadian ISPA di Kecamatan Singosari, Kabupaten Malang.

Penelitian Surjadi (1993) juga memperoleh hasil yang sama seperti hasil yang didapatkan oleh peneliti. Penelitiannya menunjukkan hubungan yang signifikan antara kelembaban dengan Gangguan ISPA. Anak balita yang berada di dalam rumah dengan kelembaban tidak memenuhi syarat sebesar 24 persen. Anak yang berada dalam kondisi tersebut akan berisiko 1,96 kali lebih tinggi untuk menderita Gangguan ISPA dibandingkan dengan dengan anak yang berada dalam rumah yang kelembabannya memenuhi syarat. Gertrudis (2010) juga memperkuat hasil-hasil penelitian pendahulu, bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara kelembaban dengan Gangguan ISPA, dimana dalam penelitiannya menyebutkan hasil bahwa balita yang tinggal di rumah dengan kelembaban tidak memenuhi syarat maka akan mengalami risiko terkena Gangguan ISPA 11,2 kali lebih tinggi dibandingkan dengan balita yang tinggal di rumah dengan kelembaban yang berada dalam rentang yang memenuhi syarat.

Kemudian dalam penelitian Lindawaty (2010) menyatakan bahwa suhu juga memiliki pengaruh terhadap munculnya Gangguan ISPA. Balita yang berada dalam rumah tinggal dengan suhu tidak dalam rentang yang ditentukan oleh Kementerian Kesehatan, maka akan mengalami risiko 18 kali lebih tinggi untuk mengalami ISPA dibandingkan dengan balita yang tinggal di rumah dengan suhu yang memenuhi syarat. Penelitian yang dilakukan oleh Yusnabeti, dan Luciana (2010) menunjukkan terdapat hubungan bermakna antara suhu dengan Gangguan ISPA yang dialami oleh pekerja industri mebel. Rata-rata suhu di ruang kerja mereka sebesar 31,8⁰C. Penelitian yang dilakukan Toanabun tahun 2003 di Tual, Maluku, menyatakan bahwa terdapat hubungan yang signifikan (*p-value* 0.002)

antara suhu di dalam rumah dengan kejadian ISPA (dalam Nindya, T. S., & Sulistyorini, L., 2005).

Penelitian yang dilakukan Wattimena (2004) tentang faktor lingkungan rumah yang mempengaruhi hubungan kadar PM_{10} dengan kejadian ISPA pada balita menunjukkan bahwa balita yang tinggal di rumah yang kadar PM_{10} lebih dari $70\mu g/m^3$ berpeluang mengalami kejadian ISPA 26,04 kali dibandingkan dengan balita yang tinggal di rumah yang kadar PM_{10} kurang dari $70\mu g/m^3$. Kemudian penelitian yang dilakukan oleh Schindeler, (2009, dalam Gertrudis, 2010, p. 38) menunjukkan bahwa lebih dari 50 persen responden melaporkan mendapat gejala gangguan pernafasan yang dihubungkan dengan pajanan PM_{10} .

Wattimena (2004) melakukan penelitian serupa dengan yang peneliti lakukan, pun mendapatkan hasil bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara kepadatan hunian dengan terjadinya gangguan saluran pernafasan pada balita, dimana balita yang berada di dalam rumah yang tidak memenuhi syarat batas hunian, berisiko 4,3 kali lebih tinggi dibandingkan memenuhi syarat batas hunian.

Penelitian Suryanto (2003 dalam Nindya, T. S., & Sulistyorini, L., 2005), dan Toanabun (2003, dalam Nindya, T. S., & Sulistyorini, L., 2005) menyatakan hasil penelitian yang sejalan dengan hasil penelitian yang peneliti lakukan. Keduanya menyatakan dalam penelitiannya terdapat hubungan yang signifikan antara kepadatan hunian dengan munculnya Gangguan ISPA pada balita. Nilai p dalam penelitian Suryanto bernilai 0,009 sedangkan nilai p pada penelitian Toanabun bernilai 0,032. Menurut Krieger & Higgins (2002) kepadatan penghuni rumah yang terlalu tinggi dan tidak cukupnya ventilasi menyebabkan kelembaban dalam rumah juga meningkat.

Penelitian yang dilakukan oleh Norback & Nordstorm (2008, dalam Hellsing, 2009) menunjukkan bahwa ventilasi akan mempengaruhi terjadinya gangguan saluran pernafasan, namun tidak hanya pada luas ventilasi, tetapi juga dikukur dari laju udara yang mampu dilewati melalui ventilasi. Dengan meningkatkan rata-rata laju udara dari luar ruangan ke dalam ruangan dari 1,3 menjadi 11,5 liter/detik (litre/second) mampu menurunkan risiko gejala asma dan gangguan saluran pernafasan pada anak sekolah.

Horaginamani, (2010) dalam penelitiannya di India, yang meneliti mengenai kualitas udara ambien menyatakan Terdapat hubungan bahwa polutan udara memiliki dampak kesehatan yang buruk pada manusia. Keluhan yang banyak ditemukan adalah *neck block*, bersin-bersin, batuk dan *hyperacidity*. Penelitian lain yang serupa dilakukan oleh Peluchi (2010) menyatakan bahwa Mortalitas dari penelitian terjadi akibat dari *cardiovascular disease* dan *respiratory causes*. Terdapat tiga hasil dari penelitian studi ekologi bahwa terdapat hubungan yang signifikan secara langsung antara PM index dengan mortalitas.

Polusi udara juga mempengaruhi absenteisme murid sekolah. Dinyatakan dalam penelitian Park (2002) rata-rata jumlah absensi harian adalah 5,89 dan jumlah absen karena sakit sebesar 4,20. Rata-rata absensi keseluruhan sekitar 4,66 dengan (95% CI, 0,94-9,38) per 1000 orang murid/hari. Absensi karena sakit rata-ratanya sekitar 3,69 (95% CI. 0,43-7,95). PM₁₀ dalam ruang kelas memiliki hubungan dengan absenteisme yang disebabkan oleh izin sakit. RR sebesar 1,06 (95% CI, 1,04-1,19).

Penelitian di Korea, ditahun 2005, menyatakan bahwa terdapat siswa yang sekolah di daerah yang kepadatan lalu lintasnya lebih tinggi, lebih banyak menderita gangguan saluran pernafasan. Peneliti menduga konsentrasi PM₁₀ lebih tinggi di Kota Incheon dibandingkan di Kota Ganghwa karena kepadatan lalu lintas di Kota Incheon lebih tinggi dibandingkan dengan kepadatan lalu lintas di Kota Ganghwa (Kim, 2005). Sementara itu Chen (1998) menyatakan Siswa SD yang rentan sakit, terdapat di sekolah yang daerahnya berupa daerah industri petrokimia. Rata-rata rentang konsentrasi PM₁₀ udara dalam ruang kelas 96-110 µg/m³ di Kota Jenwu dan Linyuan. Tingginya konsentrasi PM₁₀ tidak hanya terjadi di ruang kelas sekolah. Menurut Maier (1997) yang melakukan penelitian lebih dulu, menyatakan bahwa ternyata siswa SD yang mendapatkan gangguan saluran pernafasan, tidak hanya dikarenakan PM₁₀ namun juga dipicu oleh hal lainnya seperti perokok dirumah, penggunaan bahan bakar kayu, kerosine, pertumbuhan jamur dirumah terkait dengan kebersihan/sanitiasi rumah, kerusakan pasokan air bersih, pertukaran aliran udara. Penelitian di Seattle membuktikan bahwa Anak-

anak penderita asma yang terpajan $PM_{2.5}$ dalam penelitian ini, tinggal di lingkungan yang ada perokoknya (Liu, 2003).

Pattel (2010) dalam penelitian ini berfokus pada hubungan antara ambien harian dari indikator konsentrasi karbon hitam dengan kejadian gejala gangguan pernapasan pada penderita asma dan non asma dewasa di komunitas pinggiran kota. Ia juga mengungkapkan bahwa OR dari hubungan rata-rata hari yang sama dari $PM_{2.5}$ dengan gejala mengi, nafas pendek dan penggunaan obat asma, bernilai > 1 . Sedangkan hubungan dari rata-rata 3-5 hari $PM_{2.5}$ dengan mengi, hasilnya adalah positif dan signifikan. Hasil ini bisa menjawab bahwa banyaknya konsentrasi $PM_{2.5}$ yang tertinggal dapat meningkatkan risiko dari gejala-gejala penyakit saluran pernafasan.

Di Idaho, dibuktikan bahwa perubahan konsentrasi PM_{10} dalam ruangan di rumah sakit yang diakibatkan oleh kunjungan penjenguk pasien menyebabkan gangguan saluran pernafasan. Terdapat hubungan yang positif di semua kategori usia yang dianalisis. MPC per $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ meningkat di konsentrasi PM_{10} dengan range 7,1 persen sampai 15,4 persen. Estimasi efek dihitung dari *Mean Percentage of Change* (MPC), adalah perubahan persentase pada jumlah rata-rata dari *daily admission* dan kunjungan per peningkatan konsentrasi PM_{10} yang spesifik (Ulirsch, 2007). Sedangkan Qiu (n.d.) menyatakan terdapat hubungan antara PM dengan *emergency hospital admission* untuk bagian penyakit saluran pernafasan di Hong Kong, independen untuk $PM_{2.5}$ dan polutan gas. PM berhubungan dengan keseluruhan penyakit saluran pernafasan dan COPD *emergency hospital admission* di semua model polutan yang tertinggal.

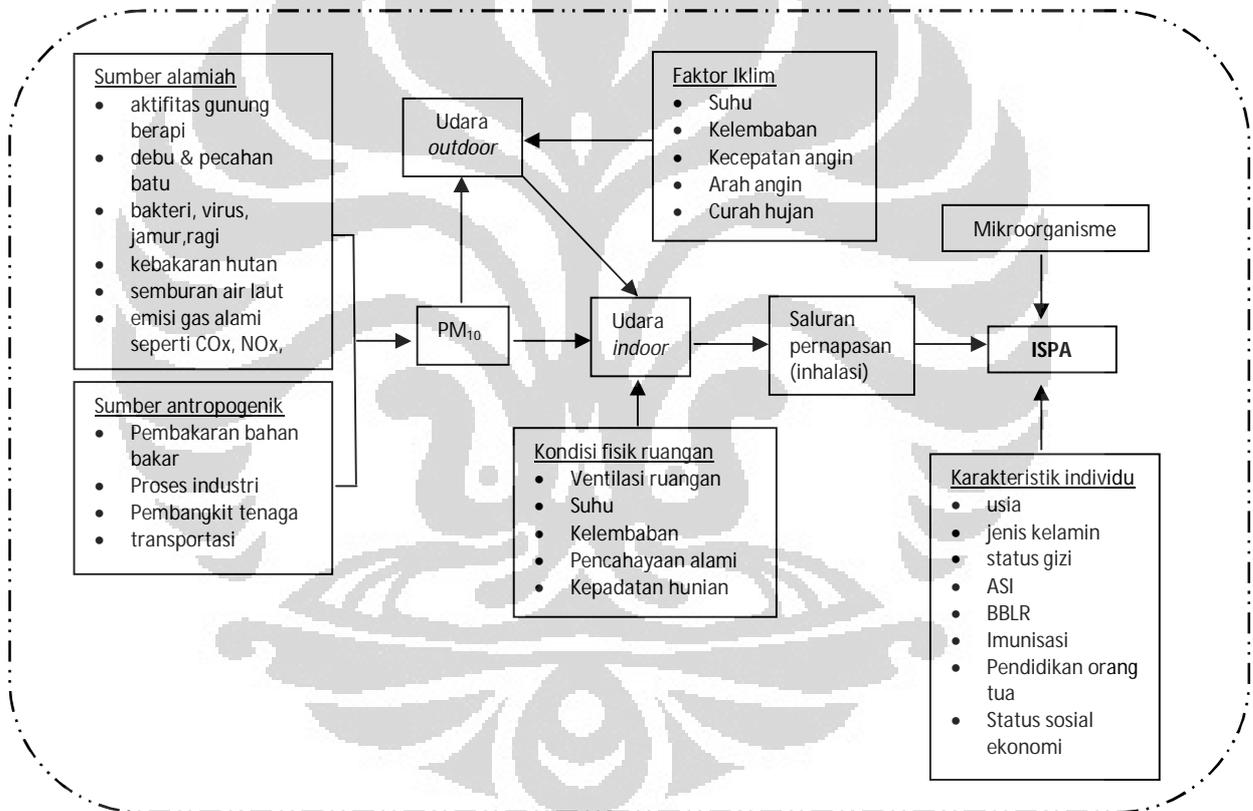
Pupdong, N., Rumchev, K., & Kungskulniti, N., (2010) mendapatkan hasil bahwa di sebuah pusat perawatan di Thailand, konsentrasi PM_{10} dalam ruangan di daerah dengan polusi tinggi, sebesar $75,08 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Namun perbedaan konsentrasi di dalam ruangan dengan di daerah yang rendah polusi juga tidak begitu signifikan, didapatkan hasil sebesar $69,93 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Terdapat korelasi positif antara konsentrasi PM_{10} dalam ruangan dengan banyaknya anak-anak di pusat perawatan kesehatan tersebut yang mengeluhkan mengalami batuk di daerah yang tinggi polusi udaranya.

BAB 3

KERANGKA KONSEP DAN DEFINISI OPERASIONAL

3.1 Kerangka Teori

Berdasarkan pada uraian bab sebelumnya, berikut disampaikan kerangka teori berdasarkan modifikasi penulis yang terkait dengan *Particulate Matter* (PM₁₀) dan Infeksi Saluran Pernafasan Akut (ISPA) (Bagan 3.1).



Bagan 3.1 Kerangka Teori

(Modifikasi dari Seinfeld, 1986; WHO, 2007; Rahajoe, N. N., Supriyatno, B., Setyanto, D. B, 2008; Halopainen, 2006; Djumadias, A., 1990; Webster, M., and Fransisca, H., 2010; Kepmenkes No. 1077 th 2011; Kepmenkes No. 1405 th 2002)

PM₁₀ berasal dari sumber alamiah dan sumber antropogenik (Seinfeld, 1986), dimana PM₁₀ juga dapat berada di *outdoor* maupun di *indoor*. PM₁₀ di luar ruangan (*outdoor*) dapat dipengaruhi oleh faktor iklim seperti suhu udara, kelembaban, kecepatan angin, arah angin maupun curah hujan. Sedangkan PM₁₀ di dalam ruangan (*indoor*) dipengaruhi oleh kondisi lingkungan dalam ruang seperti suhu dan kelembaban ruangan, ventilasi, pencahayaan serta kepadatan hunian dalam ruangan.

Menurut Halopainen (2006) bahwa sesungguhnya tidak ada sumber PM₁₀ di dalam ruangan (*indoor*) selain karena sumber dari luar ruangan itu sendiri. Menurut Janssen (1999), PM₁₀ di dalam ruangan terjadi akibat resuspensi partikel dari luar ruangan yang terbawa masuk ke dalam ruangan melalui aktivitas manusia.

Baik PM₁₀ yang terdapat di *outdoor* maupun *indoor* semuanya sanggup terinhalasi oleh manusia yang mampu menimbulkan gangguan saluran pernafasan seperti ISPA. Namun manusia yang menghirup udara yang mengandung PM₁₀ juga tidak semata-mata terkena gangguan saluran pernafasan hanya karena pajanan langsung dari PM₁₀. Dari dalam diri manusia, terdapat karakteristik individu yang mampu mempengaruhi terjadinya ISPA.

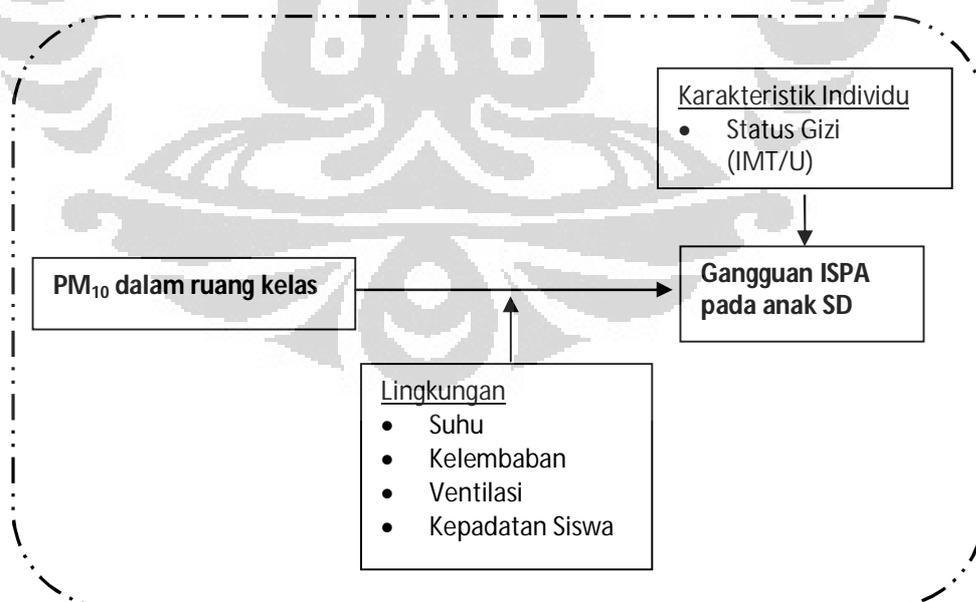
Karakteristik individu yang mampu mempengaruhi manusia untuk menjadi rentan terkena ISPA seperti usia, jenis kelamin, status gizi (berdasarkan antropometri, IMT/U), ASI, BBLR, cakupan imunisasi, pendidikan orang tua dan status sosio-ekonomi.

Infeksi akut adalah infeksi yang berlangsung sampai 14 hari. Batas 14 hari diambil untuk menunjukkan proses akut meskipun untuk beberapa penyakit yang dapat digolongkan dalam ISPA proses ini dapat berlangsung lebih dari 14 hari. Berdasarkan pengertian diatas ISPA adalah penyakit infeksi saluran pernafasan bagian atas dan bawah yang disebabkan oleh masuknya kuman mikroorganisme ke dalam organ saluran pernafasan yang berlangsung selama 14 hari.

3.2 Kerangka Konsep

Berdasarkan bagan kerangka teori yang telah dikemukakan sebelumnya serta dengan melihat fakta yang ada bahwa terdapat ribuan kasus ISPA yang ditangani rawat jalan di banyak puskesmas di Kota Depok dengan penderita terbanyak adalah siswa Taman Kanak-Kanak (TK) dan Sekolah Dasar (SD) maka pengelompokkan faktor risiko yang akan dijabarkan adalah sebagai berikut (Bagan 3.2) :

- a) Variabel Dependen, ISPA pada siswa SD
- b) Variabel Independen, PM_{10} dalam ruang kelas
- c) Variabel *Co-Variate* yaitu Status Gizi (IMT/U) siswa SD dan Faktor Lingkungan antara lain :
 - Suhu
 - Kelembaban
 - Ventilasi
 - Kepadatan Hunian



Bagan 3.2 Kerangka Konsep

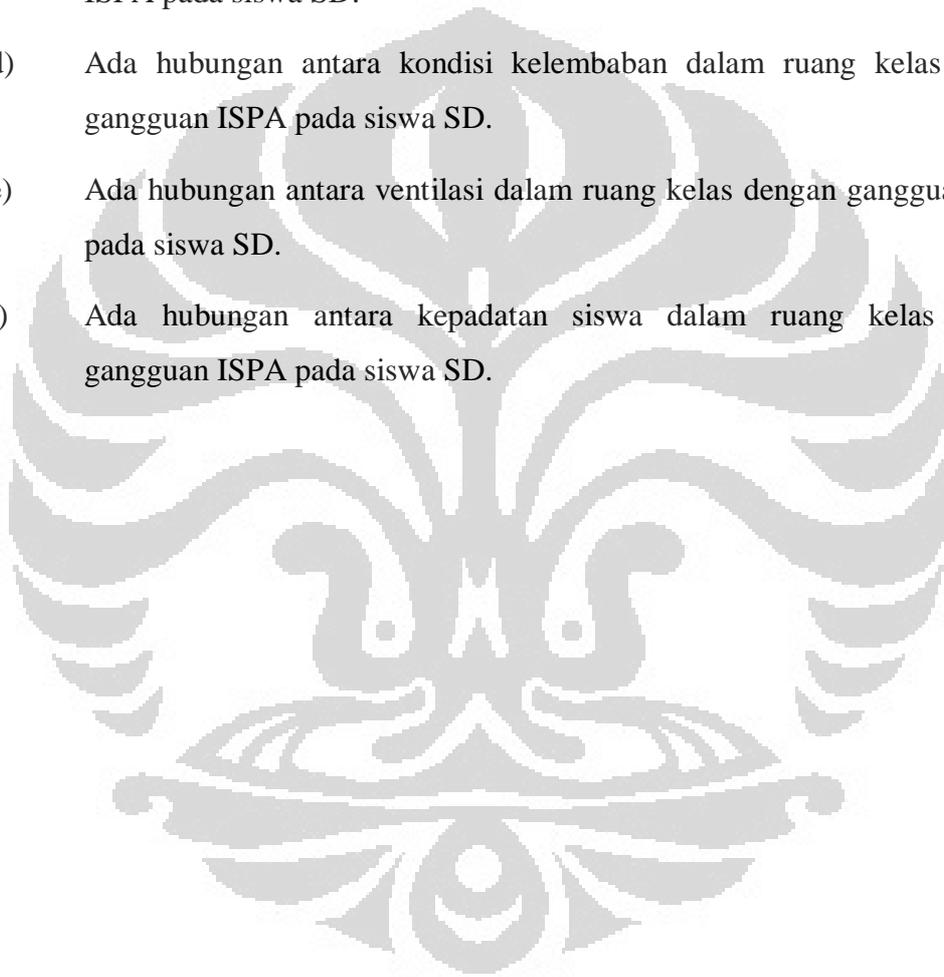
3.3 Definisi Operasional

VARIABEL	DEFINISI OPERASIONAL	ALAT UKUR	SKALA	HASIL UKUR
PM₁₀ udara dalam ruang kelas	Konsentrasi PM ₁₀ yang terukur di udara dalam ruang kelas dibandingkan dengan nilai ambang batas PM ₁₀ sebesar 70 µg/m ³ , dengan pengukuran di titik episentrum ruang kelas per masing-masing kelas (KEPMENKES No. 1077, 2011 tentang Pedoman Penyehatan Udara dalam Ruang Rumah).	Dust Sampler	Ordinal	Tidak Memenuhi Syarat (TMS) , konsentrasi PM ₁₀ > 70 µg/m ³ . Memenuhi Syarat (MS) , jika konsentrasi PM ₁₀ ≤ 70 µg/m ³ .
Gangguan ISPA pada siswa Sekolah Dasar (SD)	Siswa sekolah dasar (SD) yang mengalami gangguan saluran pernafasan dihubungkan dengan diagnosis ISPA. Diagnosis ISPA tsb berdasarkan keluhan batuk, atau batuk secara terus-menerus, pilek (hidung berlendir), berdahak, sesak nafas, dengan atau tanpa disertai dengan demam (DEPKES RI, 2007), yang dilakukan oleh tenaga kesehatan (dokter).	Diagnosis Nakes (Dokter)	Nominal	Mengalami gangguan ISPA Tidak mengalami gangguan ISPA.
Status Gizi	Ukuran gizi yang memadai pada siswa SD dihitung berdasarkan Indeks Massa Tubuh menurut umur (IMT/U), dengan menggunakan variabel tinggi badan dan berat badan (KEPMENKES No. 1995/MENKES/SK/XII/2010 tentang Standar Antropometri Penilaian Status Gizi Anak).	Timbangan dan Microtoise Stature Meter	Ordinal	Tidak Memenuhi Syarat (TMS) , jika IMT/U < -2 SD atau > 2 SD. Memenuhi Syarat (MS) , jika IMT/U -2SD - 1 SD.
Suhu	Derajat panas atau dingin udara dalam ruang kelas (KEPMENKES No. 1405, 2002 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran dan Industri) dengan pengukuran di titik episentrum ruang kelas.	Thermohygr ometer	Ordinal	Tidak Memenuhi Syarat (TMS) , jika suhu dalam ruang kelas < 18°C atau > 28°C. Memenuhi Syarat (MS) , jika suhu dalam ruang kelas 18-28°C.
Kelembaban	Persentase kandungan uap air dara dalam ruang kelas (KEPMENKES No. 1405, 2002 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran dan Industri) dengan pengukuran di titik episentrum ruang kelas.	Thermohygr ometer	Ordinal	Tidak Memenuhi Syarat (TMS) , jika kelembaban dalam ruang kelas < 40 persen atau > 60 persen. Memenuhi Syarat (MS) , jika suhu dalam ruang kelas 40-60

VARIABEL	DEFINISI OPERASIONAL	ALAT UKUR	SKALA	HASIL UKUR
Ventilasi	Persentase luas lubang angin terbuka di ruang kelas dibandingkan dengan luas lantai kelas (KEPMENKES No. 1405, 2002 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran dan Industri).	Meteran	Ordinal	<p>persen.</p> <p>Tidak Memenuhi Syarat (TMS), jika luas ventilasi < 10 persen dari luas lantai.</p> <p>Memenuhi Syarat (MS), jika luas ventilasi \geq 10 persen dari luas lantai.</p>
Kepadatan siswa	Luas lantai ruang kelas dibagi jumlah siswa dalam ruang kelas (PERMENDIKNAS RI No. 24, 2007 tentang Standar Sarana dan Prasarana untuk SD/MI, SMP/MTs, dan SMA/MA)	Meteran	Ordinal	<p>Tidak Memenuhi Syarat (TMS), jika luas ruangan < 2 m²/siswa.</p> <p>Memenuhi Syarat (MS), jika luas ruangan \geq 2 m²/siswa.</p>

3.4 Hipotesis

- a) Ada hubungan antara konsentrasi PM_{10} dalam ruang kelas dengan gangguan ISPA pada siswa SD.
- b) Ada hubungan antara status gizi siswa SD (IMT/U) dengan gangguan ISPA pada siswa SD.
- c) Ada hubungan antara kondisi suhu dalam ruang kelas dengan gangguan ISPA pada siswa SD.
- d) Ada hubungan antara kondisi kelembaban dalam ruang kelas dengan gangguan ISPA pada siswa SD.
- e) Ada hubungan antara ventilasi dalam ruang kelas dengan gangguan ISPA pada siswa SD.
- f) Ada hubungan antara kepadatan siswa dalam ruang kelas dengan gangguan ISPA pada siswa SD.



BAB 4

METODE PENELITIAN

4.1 Jenis dan Desain Penelitian

Desain penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah desain penelitian *cross-sectional*, yaitu penelitian noneksperimental yang pengukuran variabel-variabelnya dilakukan pada saat bersamaan dan hanya dilakukan satu kali pengukuran.

Penelitian ini menggunakan metode survei yang bersifat deskriptif-analitik. Deskriptif yaitu dengan menggambarkan hubungan antara PM_{10} di ruang kelas sekolah dasar (SD) dengan gangguan ISPA pada siswa sekolah dasar (SD). Sedangkan analitik yaitu untuk melihat secara analitik hubungan berbagai variabel *co-variate* dengan gangguan ISPA siswa sekolah dasar (SD) (faktor dependen).

4.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan April - Mei 2012 di beberapa sekolah dasar (SD) terpilih yang ada di Kecamatan Cipayung, Depok.

4.3 Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi penelitian adalah wilayah generalisasi yang terdiri atas obyek atau subyek yang mempunyai kualitas dan karakteristik tertentu, ditetapkan oleh peneliti. Populasi yang digunakan pada penelitian kali ini adalah seluruh siswa sekolah dasar (SD) di Kecamatan Cipayung dengan jumlah SD yaitu 15 sekolah, dengan jumlah keseluruhan siswa SD sekitar 10.043 siswa, dengan rata-rata siswa SD tiap sekolah sebesar 670 siswa dan rata-rata siswa SD kelas 5 adalah sebesar 35 siswa.

Sampel penelitian adalah bagian dari jumlah dan karakteristik yang dimiliki oleh populasi penelitian. Besar sampel yang digunakan dalam penelitian

ini dihitung berdasarkan ukuran sampel untuk desain *cross-sectional* dari Lemeshow (1991) adalah sebagai berikut :

$$n = \frac{\{Z^2_{1-\alpha/2} \times P(1-P)\}}{d^2}$$

Keterangan :

- n = Jumlah sampel
- Z = Nilai baku distribusi normal pada derajat kepercayaan 95%
($Z_{1-\alpha/2} = 1,96$)
- P = Asumsi Proporsi sebesar 0,389 (berdasarkan Penelitian Handajani tahun 2004)
- d = Nilai Presisi atau derajat ketepatan yang digunakan 90% (0,1)

dengan demikian jumlah sampel minimal yang dibutuhkan sebesar 91 responden. Namun untuk menghindari terjadinya kesalahan, maka ditambahkan 30 persen, menjadi 120 responden. Sampel dalam penelitian ini ditujukan pada anak kelas 5 SD.

Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah *Cluster Sampling* adalah teknik pengambilan sampel dimana pemilihannya mengacu pada kelompok bukan pada individu. Cara seperti ini baik sekali untuk dilakukan apabila tidak terdapat atau sulit menentukan/menemukan kerangka sampel, meski dapat juga dilakukan pada populasi yang kerangka sampelnya sudah ada (Notoatmodjo, 2010).

Siswa yang akan dijadikan sampel hanya siswa kelas 5 saja dikarenakan siswa dengan tingkat kelas tersebut dirasa peneliti cukup memahami pertanyaan yang akan ditanyakan pada mereka seputar gangguan ISPA oleh dokter. Pada penelitian ini tidak melibatkan orang tua siswa saat dilakukannya pemeriksaan oleh dokter pada siswa terpilih, oleh karena itu sampel jatuh pada siswa kelas 5 SD yang dinilai sudah bisa memahami apa yang ditanyakan dokter terkait diagnosis ISPA pada mereka meski tanpa didampingi orang tua masing-masing.

4.4 Jenis dan Cara Pengumpulan Data

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dimana data tersebut merupakan hasil dari pengukuran langsung kepada variabel-variabel yang akan diteliti serta pemeriksaan gangguan ISPA kepada siswa yang dijadikan sampel penelitian.

Cara pengumpulan data dengan besar sampel yang dibutuhkan sebanyak 120 siswa SD, dari 15 SD di Kecamatan Cipayung, dengan rata-rata jumlah siswa kelas 5 SD per kelas nya adalah 35 siswa, dibulatkan menjadi 30 siswa, adalah sebagai berikut :

- a) 120 sampel : 30 siswa = 4. Dengan demikian jumlah cluster adalah 4 *cluster*.
- b) Pemilihan SD yang pertama, dilakukan dengan randomisasi berdasarkan daftar nama siswa kelas 5 SD di 15 SD yang terdapat di Kecamatan Cipayung, Depok. *Simple Random Sampling* dilakukan, dan muncullah nama siswa yang berasal dari SD dengan nomer urut 2.
- c) Setelah SD pertama terpilih, (SD dengan nomer urut 2) maka jumlah siswa kelas 5 di SD pertama (dengan asumsi 30 siswa SD), dibagi dengan 15 SD di Kecamatan Cipayung. 30 Siswa : 15 SD (*cluster*) = 2.
- d) Nilai “2” tersebut akan menjadi interval untuk pemilihan SD ke-2, ke-3, dan ke-4. Berikut adalah nama SD yang menjadi *cluster* dalam *sampling* ini.
 - SD ke-1 jatuh pada SD dengan nomer urut 2.
 - SD ke-2 jatuh pada SD dengan nomer urut 4.
 - SD ke-3 jatuh pada SD dengan nomer urut 6.
 - SD ke-4 jatuh pada SD dengan nomer urut 8.
- e) Jika dalam satu SD, terdapat lebih dari satu kelas 5, misalnya kelas 5A, 5B, dan 5C, maka pemilihan 30 siswa dilakukan secara acak dengan menggabungkan keseluruhan siswa kelas 5 SD.

Kemudian cara pengumpulan data untuk pengukuran variabel independen, dependen dan *co-variate* menggunakan alat bantu. Berikut adalah daftar alat yang digunakan untuk membantu pengumpulan data antara lain :

- a) Pengukuran PM_{10} , menggunakan *Dust Sampler*.
- b) Pengukuran Tinggi Badan (TB), menggunakan *microtoise stature meter*.
- c) Pengukuran Berat Badan (BB), menggunakan timbangan badan.
- d) Pengukuran Suhu dan Kelembaban, menggunakan *thermohygrometer*.
- e) Pengukuran kecukupan ventilasi dan kepadatan hunian ruang kelas, menggunakan *roll meter*.
- f) Perolehan informasi dari siswa SD seputar gangguan ISPA, melalui kerja sama dengan dokter yang akan mendiagnosis siswa SD yang terpilih secara acak untuk diketahui apakah menderita ISPA atau tidak.

4.5 Manajemen Data

a) *Coding*

Kegiatan ini merupakan pengklasifikasian data dan pemberian kode dengan cara mendefinisikan jawaban ke dalam bentuk angka dengan tujuan mempermudah pengolahan data pada komputer.

b) *Entry*

Adalah kegiatan penyimpanan dan pemasukkan data ke komputer.

c) *Cleaning*

Adalah kegiatan pengecekan kembali untuk memastikan bahwa data telah bersih dari kesalahan membaca kode sehingga didapatkan data yang sesuai dengan ketentuan penelitian.

Semua pengolahan data yang dilakukan oleh penulis, menggunakan perangkat lunak *Microsoft Excel 2007* sebagai proses awal pemasukkan data hasil kuesioner dan diolah menggunakan program statistik.

4.6 Analisis Data

Setelah data dimasukkan dengan menggunakan perangkat lunak *Microsoft Excel 2007*, kemudian data diolah dan dianalisis dengan menggunakan program statistik.

Analisis data yang dilakukan penulis dilakukan dalam dua tahap, yaitu :

a) Analisis Univariat

Analisis univariat dilakukan untuk mengetahui distribusi frekuensi responden untuk setiap variabel yang diteliti.

b) Analisis Bivariat

Analisis bivariat dilakukan untuk melihat hubungan antara variabel independen dengan variabel dependen yang berupa signifikansi perbedaan dua nilai pada variabel independen. Analisis bivariat dalam penelitian ini menggunakan *Chi-Square*.

Untuk melihat hasil kemaknaan dari perhitungan statistik menggunakan batas kemaknaan 0,05, yaitu (Hastono, 2001):

- Kriteria hipotesis nol (H_0) ditolak apabila nilai $p < 0,05$ yang berarti ada signifikansi perbedaan yang bermakna secara statistik
- Kriteria hipotesis nol (H_0) diterima apabila nilai $p > 0,05$ yang berarti tidak ada signifikansi perbedaan yang bermakna secara statistik.

c) Analisis Multivariat

Analisis multivariat dilakukan untuk mengetahui efek murni dari variabel independen yaitu konsentrasi PM_{10} di udara ruang kelas dengan variabel dependen yaitu gangguan ISPA pada siswa SD setelah dikontrol dengan variabel terikat lainnya sebagai *co-variate*. Variabel *co-variate* nya antara lain suhu, kelembaban, ventilasi, kepadatan hunian dan status gizi.

Analisis yang digunakan adalah analisis regresi logistik ganda, yaitu metode analisis statistik yang digunakan untuk menganalisis hubungan satu atau beberapa variabel independen, dengan tahapan analisis sebagai berikut (Hastono, 2007) :

- Melakukan seleksi bivariat masing-masing variabel independen dan variabel *co-variate* yang nilai p nya signifikan pada analisis bivariat *Chi-Square*. Hasil uji dibandingkan dengan nilai p. Nilai $p < 0,05$ maka variabel tersebut dapat dilanjutkan ke analisis multivariat.
- Melakukan pemodelan multivariat dengan cara menganalisis variabel independen dan *co-variate* yang telah lolos uji dalam seleksi bivariat, dengan melakukan analisis regresi logistik ganda.
- Melakukan Uji Interaksi antar variabel independen dan *co-variate*. Apabila variabel interaksi memiliki nilai $p < 0,05$, maka terdapat interaksi antar variabel tersebut. Variabel interaksi yang nilai $p > 0,05$ harus dikeluarkan dari pemodelan secara bertahap dari mulai Variabel interaksi dengan nilai p yang paling besar.
- Melakukan Uji *Confounding* pada variabel *co-variate*. Apabila variabel *co-variate* memiliki nilai $p > 0,05$, maka harus dikeluarkan dari pemodelan secara bertahap dari mulai variabel *co-variate* dengan nilai p yang paling besar. Variabel *co-variate* yang telah berinteraksi dengan variabel independen, tidak dapat dikeluarkan dari pemodelan meskipun nilai p nya $> 0,05$.
- Menghitung nilai perubahan OR pada variabel independen saat variabel *co-variate* dikeluarkan dari pemodelan dengan sebelum dikeluarkan dari pemodelan. Apabila nilai perubahan OR nya > 10 persen maka harus dikembalikan ke dalam pemodelan.

BAB 5

HASIL PENELITIAN

5.1 Gambaran Umum Kota Depok

Dahulu, Kota Depok hanya lah berupa dusun terpencil yang ada di tengah hutan belantara. Namun, pada tanggal 18 Mei 1696 seorang saudagar Belanda yang merupakan mantan pejabat tinggi VOC, **Cornelis Cahstelein** membeli tanah yang meliputi daerah Depok dan sedikit wilayah Jakarta Selatan serta Ratujoya Bojong Gede. Kemudian pada tahun 1871, Pemerintah Belanda mengizinkan daerah Depok untuk membentuk pemerintahan dan presiden sendiri. Pemerintahan tersebut berupa Gementee yang diperintah oleh seorang presiden sebagai badan pemerintahan tertinggi. Hingga tahun 1942, Gemeente Depok memegang kekuasaan atas kecamatan di dalamnya yang membawahi mandat (9 mandor) dan dibantu oleh para Pecalang Polisi Desa serta Kunitir atau Menteri Lumbang. Awalnya, luas daerah teritorial Gemeente Depok sebesar 1.244 hektare, namun terhapus pada tahun 1952 setelah terjadi perjanjian pelepasan hak antara Pemerintah RI dengan pimpinan Gemeente Depok, wilayah ini tidak termasuk tanah-tanah Elgendom dan beberapa hak lainnya.

Penamaan kota ini sendiri menurut sesepuh asli Depok, kata Depok berasal dari kata De Volk yang berarti pemukiman yang dapat dibanggakan. Ada juga yang mengatakan bahwa Depok merupakan singkatan dari De Everste Protestante Organisatie van Kristenen yang dibuat oleh Chastelein. Namun, hingga saat ini asal-usul nama kota Depok masih menjadi perdebatan oleh sejumlah kalangan.

Perkembangan Kota Depok dimulai dari sebuah kecamatan dengan 21 desa yang ada di lingkungan Kewedanaan (Pembantu Bupati) wilayah Parung Kabupaten Bogor. Di kawasan ini lah, pada tahun 1976, perumahan mulai dibangun. Hingga akhirnya pada tahun 1981, pemerintah membentuk kota Administratif Depok melalui Peraturan Pemerintah Nomor 43 tahun 1981. Peresmianya diselenggarakan pada tanggal 18 Maret 1982 oleh Menteri Dalam Negeri (H. Amir Machmud). Kota administratif tersebut terdiri dari 3 (tiga) Kecamatan dan 17 (tujuh belas) Desa, yaitu :

- a) Kecamatan Pancoran Mas, terdiri dari 6 (enam) Desa, yaitu Desa Depok, Desa Depok Jaya, Desa Pancoram Mas, Desa Mampang, Desa Rangkapan Jaya, Desa Rangkapan Jaya Baru.
- b) Kecamatan Beji, terdiri dari 5 (lima) Desa, yaitu : Desa Beji, Desa Kemiri Muka, Desa Pondok Cina, Desa Tanah Baru, Desa Kukusan.
- c) Kecamatan Sukmajaya, terdiri dari 6 (enam) Desa, yaitu : Desa Mekarjaya, Desa Sukma Jaya, Desa Sukamaju, Desa Cisalak, Desa Kalibaru, Desa Kalimulya.

Sepanjang tujuh belas tahun perjalanan Kota Depok sebagai kota administratif mengalami penggantian pemimpin mulai dari walikota pertama Drs. Rukasah Suradimadja (Alm) (1982-1984), Walikota kedua Drs. H. M.I.Tamdjid (1984-1988), Walikota ketiga Drs. H. Abdul Wachyan (1988-1991), keempat Drs. H. Moch. Masduki (1991-1992), kelima Drs. H. Sofyan Safari Hamim (1992-1996) kemudian kepemimpinan Kotip Depok dijabat oleh Walikota Depok keenam Drs. H. Badrul Kamal (1997-2005) yang pada tanggal 27 April 1999 dilantik menjadi Pejabat Walikotaamadya kepala Daerah Tingkat II Depok (bersama dengan Peresmian Kota Depok). Kini setelah Depok resmi menjadi daerah otonom, jabatan walikota Depok dilanjutkan oleh Dr. Ir. H. Nur Mahmudi Ismail, Msc. (2005-2010) yang dilantik pada tanggal 26 Januari 2006.

Kota Depok menjadi daerah otonom yang terpisah dari wilayah Kabupaten Bogor terhitung mulai 27 April 1999. Melalui Undang-Undang Nomor 15 tahun 1999 tentang Pembentukan Kotamadya Daerah Tingkat II Depok dan Kotamadya Daerah Tingkat II Cilegon, status Depok yang semula sebagai kota administratif berubah menjadi kotamadya (sekarang kota). Luas wilayah kota Depok kini mencapai 20.504,54 Ha (200,29 km) dengan jumlah penduduk 1.353.000 jiwa (pada tahun 2003). Berdasarkan peraturan tersebut Kota Depok memiliki 6 kecamatan dengan 63 kelurahan di dalamnya yaitu Kecamatan Beji, Kecamatan Pancoran Mas, Kecamatan Cimanggis, Kecamatan Sukmajaya, Kecamatan Limo dan Kecamatan Sawangan. Namun, seiring pemekaran kecamatan yang merupakan implementasi dari Perda Kota Depok Nomor 08 Tahun 2007 tentang

Pembentukan Kecamatan di Kota Depok, kecamatan di Kota Depok menjadi sebelas yakni :

- a) **Kecamatan Beji** meliputi wilayah kerja: Kelurahan Beji, Kelurahan Beji Timur, Kelurahan Kemiri Muka, Kelurahan Pondok Cina, Kelurahan Kukusan, dan Kelurahan Tanah Baru.
- b) **Kecamatan Pancoran Mas** meliputi wilayah kerja: Kelurahan Pancoran Mas, Kelurahan Depok, Kelurahan Depok Jaya, Kelurahan Rangkapan Jaya, Kelurahan Rangkap Jaya Baru, dan Kelurahan Mampang.
- c) **Kecamatan Cipayung** meliputi wilayah kerja: Kelurahan Cipayung, Kelurahan Cipayung Jaya, Kelurahan Ratu Jaya, Kelurahan Bojong Pondok Terong, dan Kelurahan Pondok Jaya.
- d) **Kecamatan Sukmajaya** meliputi wilayah kerja: Kelurahan Sukmajaya, Kelurahan Mekarjaya, Kelurahan Baktijaya, Kelurahan Abadijaya, Kelurahan Tirtajaya, dan Kelurahan Cisalak.
- e) **Kecamatan Cilodong** meliputi wilayah kerja: Kelurahan Sukamaju, Kelurahan Cilodong, Kelurahan Kalibaru, Kelurahan Kalimulya, dan Kelurahan Jatimulya.
- f) **Kecamatan Limo** meliputi wilayah kerja: Kelurahan Limo, Kelurahan Meruyung, Kelurahan Grogol, dan Kelurahan Krukut.
- g) **Kecamatan Cinere** meliputi wilayah kerja: Kelurahan Cinere, Kelurahan Gandul, Kelurahan Pangkal Jati Lama, dan Kelurahan Pangkal Jati Baru.
- h) **Kecamatan Cimanggis** meliputi wilayah kerja: Kelurahan Cisalak Pasar, Kelurahan Mekarsari, Kelurahan Tugu, Kelurahan Pasir Gunung Selatan, Kelurahan Harjamukti, dan Kelurahan Curug.
- i) **Kecamatan Tapos** meliputi wilayah kerja: Kelurahan Tapos, Kelurahan Leuwinanggung, Kelurahan Sukatani, Kelurahan Sukamaju Baru, Kelurahan Jatijajar, Kelurahan Cilangkap, dan Kelurahan Cimpaeun.

- j) **Kecamatan Sawangan** meliputi wilayah kerja: Kelurahan Sawangan, Kelurahan Kedaung, Kelurahan Cinangka, Kelurahan Sawangan Baru, Kelurahan Bedahan, Kelurahan Pengasinan, dan Kelurahan Pasir Putih.
- k) **Kecamatan Bojongsari** meliputi wilayah kerja: Kelurahan Bojongsari, Kelurahan Bojongsari Baru, Kelurahan Serua, Kelurahan Pondok Petir, Kelurahan Curug, Kelurahan Duren Mekar, dan Kelurahan Duren Seribu.

5.2 Gambaran Umum Kecamatan Cipayung

Kecamatan Cipayung merupakan pemekaran Kecamatan Pancoran Mas, dimana sebelum terjadi pemekaran wilayah kecamatan, wilayah ini merupakan bagian dari Kecamatan Pancoran Mas yang merupakan salah satu sentra produksi belimbing dewa di Kota Depok. Luas wilayah Kecamatan Cipayung adalah 11,66 km².

Kecamatan Cipayung terdiri dari 5 kelurahan, 52 RW dan 321 RT. Jumlah penduduk Kecamatan Cipayung pada tahun 2010 mencapai 127.707 jiwa yang terdiri dari 65.160 penduduk laki-laki dan 62.547 penduduk perempuan. Kepadatan penduduknya sebanyak 10.953 jiwa/km². Pada tahun 2009 sebagian besar penduduk Kecamatan Cipayung bermata pencaharian di bidang jasa yaitu sebanyak 3.680 orang. Penduduk yang memiliki mata pencaharian utama di bidang pertanian sebanyak 1.173 orang atau 7,21 persen dari total penduduk Kecamatan Cipayung. Hal ini menunjukkan bahwa jumlah petani di Kecamatan Cipayung lebih banyak dibandingkan di Kecamatan Pancoran Mas.

Terdapat 15 sekolah dasar (SD) di Kecamatan Cipayung dan keseluruhannya adalah SD Negeri. Berikut adalah SD yang terdapat di Kecamatan Cipayung :

- a) SDN Cipayung 1, Jl. Jembatan Serong No. 14.
- b) SDN Cipayung 2, Jl. Raya Cipayung No. 9.
- c) SDN Cipayung 4, Kp. Pulo, RT 07 / RW 08.

- d) SDN Cipayung 3, Kp. Bulak Barat, RT 03 / RW 07.
- e) SDN Citayam 1, Jl. Pasar Rebo, Citayam.
- f) SDN Citayam 4, Jl. Pasar Rebo, Citayam.
- g) SDN Ratu jaya 1, Kp. Ratu jaya No. 41.
- h) SDN Ratu jaya 3, Jl. Masjid Al-Fallah, Ratu jaya.
- i) SDN Ratu jaya 4, Jl. Masjid Al-Fallah, Ratu jaya.
- j) SDN Ratu jaya 2, Jl. Inpres Rawageni No. 6.
- k) SDN Pondok Terong 2, Jl. Utanjaya RT 01 / RW 03/
- l) SDN Pondok Terong 4, Jl. Al-Basorun, No. 64.
- m) SDN Pondok Terong 3, Jl. Bojong No. 168 RT 02 / RW 102.
- n) SDN Pondok Terong 1, Jl. KH. Abdurrahman No. 4.

5.3 Kasus ISPA di Kota Depok

Infeksi Saluran Pernafasan Akut (ISPA) merupakan 10 penyakit terbanyak yang di derita warga Depok, menurut keterangan Kepala Dinas Pertamanan dan Kebersihan Kota Depok. Berdasarkan data yang diperoleh dari Dinas Kesehatan Kota Depok, di tahun 2009, jumlah kasus ISPA bukan pneumonia diatas umur 5 tahun, sebanyak 15.330 kasus, sedangkan untuk ISPA Pneumonia diatas umur 5 tahun, sebanyak 169 kasus.

Untuk Puskesmas dengan laporan kasus ISPA terbanyak, terdapat pada Puskesmas Cipayung, Puskesmas Sukmajaya, dan Puskesmas Tapos. Sampai dengan tahun 2011, ke tiga puskesmas tersebut masih berada di urutan teratas dalam peningkatan laporan kasus ISPA. Di tahun 2010, Puskesmas Cipayung melaporkan jumlah kasus ISPA yang tercatat sekitar 4.000-an kasus, dan Puskesmas Sukmajaya dengan laporan jumlah kasus ISPA sebanyak 5.000-an kasus.

5.4 Gambaran Konsentrasi PM₁₀ Udara dalam Ruang Kelas

Berdasarkan hasil pengolahan data, berikut ditampilkan data hasil pengukuran konsentrasi PM₁₀ per SD, dengan total sebanyak 14 titik. Tabel 5.1 menunjukkan bahwa rata-rata setiap kelas memiliki konsentrasi PM₁₀ >70 µg/m³ yang artinya, lebih dari baku mutu. Konsentrasi PM₁₀ terkecil, dimiliki oleh SDN X4 yaitu sebesar 46 µg/m³.

Tabel 5.1. Gambaran Konsentrasi PM₁₀ Udara dalam Ruang Kelas

Sekolah	Titik	Konsentrasi PM ₁₀ (µg/m ³)
SDN X1	A	75
	B	73
	C	73
	D	54
SDN X2	A	65
	B	64
	C	64
	D	73
SDN X3	A	65
	B	74
	C	73
	D	73
SDN X4	A	46
	B	46

Apabila dikategorikan berdasarkan batas konsentrasi PM_{10} sesuai dengan yang tercantum pada Definisi Operasional (Bab 3), maka terdapat delapan kelas yang konsentrasi PM_{10} nya pada saat pengukuran dilakukan, $>70 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Sedangkan ruang kelas yang konsentrasi PM_{10} nya memenuhi syarat sebanyak enam kelas (Tabel 5.2).

Tabel 5.2. Distribusi Frekuensi Gambaran Konsentrasi PM_{10}

PM_{10}	Banyaknya Kelas	Persentase (%)
$> 70 \mu\text{g}/\text{m}^3$	8	70
$\leq 70 \mu\text{g}/\text{m}^3$	6	30

5.5 Distribusi Frekuensi Variabel Karakteristik Individu

Berdasarkan hasil pengolahan data, secara umum terlihat bahwa sebagian besar siswa SD yang menjadi sampel penelitian ini mengalami Gangguan ISPA. Kemudian untuk faktor status gizi siswa SD, terlihat bahwa kondisi siswa yang status gizi baik, persentasenya berimbang dengan siswa yang status gizinya kurang baik (Tabel 5.3).

Kemudian sebanyak 75 siswa (62,5 persen) mengalami Gangguan ISPA, dan 45 siswa (37,5 persen) tidak mengalami Gangguan ISPA (Tabel 5.3). Siswa yang mengalami Gangguan ISPA 40 persen mengalami batuk dan pilek (*common cold*) dengan atau tanpa disertai demam. 20 persen siswa mengalami batuk, 30 persen mengalami pilek, sisanya adalah gejala lainnya. Kemudian terdapat 60 siswa dengan status gizi yang baik, dan 60 siswa dengan status gizi kurang baik. Siswa yang menjadi responden penelitian, rata-rata sebagian besar postur tubuhnya cenderung kecil untuk anak usia 10 – 11 tahun.

Tabel 5.3. Distribusi Frekuensi Siswa SD Berdasarkan Variabel Individu

Variabel	Frekuensi	Persentase (%)
Gangguan ISPA		
-ISPA	75	62.5
-Tidak Mengalami ISPA	45	37.5
Status Gizi		
-TMS	60	50
-MS	60	50

5.6 Distribusi Frekuensi Variabel Lingkungan

Berdasarkan hasil pengolahan data, secara umum terlihat, dari empat komponen variabel lingkungan, hanya komponen ventilasi saja yang frekuensinya sebagian besar memenuhi syarat. Terdapat 88 siswa (73,3 persen) berada di ruang kelas dengan ventilasi yang memenuhi syarat dan sebanyak 32 siswa (26,7 persen) berada di ruang kelas dengan ventilasi yang tidak memenuhi syarat (Tabel 5.4).

Data menunjukkan bahwa sebanyak 78 siswa (65 persen) berada di ruang kelas dengan suhu dan kelembaban yang tidak memenuhi syarat. Sedangkan sebanyak 42 siswa (35 persen) siswa berada di ruang kelas dengan suhu dan kelembaban yang memenuhi syarat (Tabel 5.4).

Sementara itu sekitar 83 siswa SD (69,2 persen) berada di ruang kelas yang luas ruangnya tidak memenuhi syarat karena karena luas ruang kelas < 2 m²/siswa. Kemudian sebanyak 37 siswa (30,8 persen) berada di ruang kelas yang memenuhi syarat (Tabel 5.4).

Tabel 5.4. Distribusi Frekuensi Siswa SD Berdasarkan Variabel Lingkungan

Variabel	Frekuensi	Persentase (%)
Suhu		
-TMS	78	65
-MS	42	35
Kelembaban		
-TMS	78	65
-MS	42	35
Ventilasi		
-TMS	32	26,7
-MS	88	73,3
Kepadatan siswa		
-TMS	83	69,2
-MS	37	30,8

5.7 Hubungan Konsentrasi PM₁₀ Udara dalam Ruang Kelas, Karakteristik Individu dan Faktor Lingkungan Sekolah (Sanitasi Fisik) dengan Gangguan ISPA Siswa SD

Berdasarkan Tabel 5.5, dapat diketahui bahwa hanya variabel ventilasi saja yang menunjukkan hasil tidak signifikan, dengan nilai OR sebesar 1,45. Kemudian untuk variabel konsentrasi PM₁₀ udara dalam ruang kelas terdapat hubungan dengan timbulnya Gangguan ISPA pada siswa. Siswa yang berada di ruang kelas dengan konsentrasi PM₁₀ yang melebihi baku mutu ($> 70 \mu\text{g}/\text{m}^3$) akan berisiko 2,55 kali lebih tinggi untuk terkena Gangguan ISPA dibandingkan dengan siswa yang berada di ruang kelas dengan konsentrasi PM₁₀ tidak melebihi baku mutu ($\leq 70 \mu\text{g}/\text{m}^3$) (Tabel 5.5).

Pun dengan variabel status gizi siswa juga terdapat hubungan dengan timbulnya Gangguan ISPA, dimana siswa SD dengan status gizi yang tidak memenuhi syarat, yaitu jika IMT/U < -2 SD atau > 2 SD, akan mengalami risiko 3,51 kali lebih tinggi untuk terkena Gangguan ISPA dibandingkan dengan siswa yang status gizinya memenuhi syarat (Tabel 5.5).

Hal serupa juga terjadi pada variabel suhu dan kelembaban, yang menunjukkan bahwa terdapat hubungan signifikan antara suhu dan kelembaban dengan Gangguan ISPA. Siswa yang berada di ruang kelas dengan kondisi suhu dan kelembaban yang tidak memenuhi syarat, maka akan berisiko 3,08 kali lebih tinggi untuk terkena Gangguan ISPA, dibandingkan dengan siswa SD yang berada di ruang kelas dengan suhu dan kelembaban yang memenuhi syarat (Tabel 5.5).

Kemudian juga terdapat hubungan yang signifikan antara variabel kepadatan siswa dalam kelas dengan Gangguan ISPA. Siswa yang berada di ruang kelas dengan luas $< 2 \text{ m}^2/\text{siswa}$ akan mengalami Gangguan ISPA 2,73 kali lebih tinggi dibandingkan dengan siswa yang berada di ruangan kelas dengan luas $\geq 2 \text{ m}^2/\text{siswa}$ (Tabel 5.5).

Tabel 5.5. Hubungan Variabel Independen dan Variabel *Co-Variate* dengan Variabel Dependen Berdasarkan Distribusi Frekuensi Responden dengan Gangguan ISPA Siswa SD Kecamatan Cipayung Depok

Variabel	Gangguan ISPA				Jumlah		OR (95% CI)	Nilai p
	ISPA		Tidak ISPA		n	%		
	n	%	n	%				
Konsentrasi PM₁₀								
-TMS	42	35	15	12,5	57	47,5	2,55 (1,179–5,494)	0,023
-MS	33	27,5	30	25	63	52,5		
Status Gizi								
-TMS	46	38,3	14	11,7	60	50	3,51 (1,173–7,347)	0,002
-MS	29	24,2	31	25,8	60	50		
Suhu								
-TMS	56	46,7	22	18,3	78	65	3,08 (1,409–6,739)	0,006
-MS	19	15,8	23	19,2	42	35		
Kelembaban								
-TMS	56	46,7	22	18,3	78	65	3,08 (1,409–6,739)	0,006
-MS	19	15,8	23	19,2	42	35		
Ventilasi								
-TMS	22	18,3	10	8,3	32	26,7	1,45 (0,614–3,436)	0,521
-MS	53	44,2	35	29,2	88	73,3		
Kepadatan siswa								
-TMS	58	48,3	25	30,8	83	69,2	2,73 (1,228–6,067)	0,015
-MS	17	14,2	20	16,7	37	30,8		

5.8 Hubungan PM₁₀ Udara Ruang Kelas dengan Gangguan ISPA Siswa SD setelah Dikontrol oleh Suhu, Kelembaban dan Status Gizi

Menurut Hastono (2007) dalam bukunya, bahwa pada saat menentukan faktor risiko yang dominan dan faktor apa saja yang berinteraksi dengan variabel utama dalam menimbulkan Gangguan ISPA, terdapat dua tahapan. Tahap pertama adalah dengan melakukan Uji Interaksi untuk mengetahui Variabel *Co-Variate* mana saja yang berinteraksi dengan Variabel Independen (Konsentrasi PM₁₀).

Variabel yang dilakukan Uji Interaksi, hanya pada variabel yang nilai $p < 0,25$. Variabel yg berinteraksi dengan Variabel PM₁₀ ada tiga, yaitu suhu, kelembaban, dan kepadatan siswa. Namun dari nilai B nya, yang paling besar adalah milik Variabel PM₁₀ yang berinteraksi dengan Variabel kepadatan, maka variabel interaksi tersebut dikeluarkan dari tahap pemodelan selanjutnya (Tabel 5.6).

Tabel 5.6. Tahap Awal Uji Interaksi Variabel Independen dan Variabel *Co-Variate* dengan Gangguan ISPA

Variabel	B	S. E.	Wald	df	Nilai p	OR	95% CI
PM ₁₀	1,637	0,860	3,620	1	0,057	5,14	1,002–27,760
Status Gizi	2,803	0,860	10,634	1	0,001	16,5	3,060–88,971
Suhu	21,002	4,019E4	0,000	1	1,000	1,322E9	0,000–,
Kelembaban	21,002	4,019E4	0,000	1	1,000	1,322E9	0,000–,
Kepadatan Siswa	-22,995	4,019E4	0,000	1	1,000	0,00	0,000–,
PM ₁₀ by Status Gizi	2,510	1,041	5,810	1	0,016	6,01	1,011–8,626
PM ₁₀ by Suhu	-20,343	4,019E4	0,000	1	1,000	0,00	0,000–,
PM ₁₀ by Kelembaban	-20,343	4,019E4	0,000	1	1,000	0,00	0,000–,
PM ₁₀ by Kepadatan	23,735	4,019E4	0,000	1	1,000	2,033E10	0,000–,
Constant	-2,603	0,733	12,614	1	0,000	0,07	

-2 Likelihood = 127,740

Setelah Variabel PM_{10} yang berinteraksi dengan Variabel Kepadatan dikeluarkan dari pemodelan maka hasil yang diperoleh, nilai p untuk interaksi PM_{10} dengan Status Gizi menjadi 0,014, nilai p untuk interaksi PM_{10} dengan Suhu dan Kelembaban menjadi 0,022, Dikarenakan bahwa diantara variabel *Co-Variate* yang diinteraksikan dengan Variabel Independen nilai p nya tidak ada lagi yang $> 0,05$, maka pemodelan ini adalah pemodelan terakhir untuk Uji Interaksi (Tabel 5.7).

Berdasarkan Tabel 5.7, dapat dikatakan bahwa dalam penelitian ini, terdapat interaksi antara PM_{10} dengan Status Gizi, PM_{10} dengan Suhu, PM_{10} dengan Kelembaban.

Tabel 5.7. Tahap Akhir Uji Interaksi Variabel Independen dan Variabel *Co-Variate* dengan Gangguan ISPA

Variabel	B	S. E.	Wald	df	Nilai p	OR	95% CI
PM_{10}	1,695	0,858	3,901	1	0,048	5,44	1,013–29,258
Status Gizi	2,803	0,860	10,634	1	0,001	16,50	3,060–88,971
Suhu	-1,595	1,119	2,031	1	0,154	0,20	0,203–1,819
Kelembaban	-1,595	1,119	2,031	1	0,154	0,20	0,203–1,819
Kepadatan Siswa	0,334	0,692	0,233	1	0,629	1,40	0,360–5,419
PM_{10} by Status Gizi	2,544	1,039	5,988	1	0,014	6,07	1,010–8,602
PM_{10} by Suhu	2,537	1,109	5,237	1	0,022	12,65	1,439–111,114
PM_{10} by Kelembaban	2,537	1,109	5,237	1	0,022	12,65	1,439–111,114
Constant	-2,603	0,733	12,614	1	0,000	0,074	

-2 Likelihood = 131.841

Tahapan selanjutnya setelah mendapatkan model akhir dari Uji Interaksi adalah melakukan Uji *Confounding*. Uji *Confounding* dilakukan dengan cara melihat perubahan nilai OR pada Variabel Independen, setelah Variabel Kandidat *Confounding* dikeluarkan secara bertahap diawali dengan variabel yang nilai p nya paling besar. Apabila nilai perubahan OR > 10 persen, maka variabel tersebut

dianggap sebagai Variabel *Confounding* dan harus dipertahankan dalam model (Tabel 5.8).

Dalam Uji *Confounding*, Variabel *Confounding* yang boleh dikeluarkan hanya variabel dengan nilai p terbesar dan bukan merupakan variabel interaksi terhadap Variabel Independen dalam menimbulkan *outcome* (Variabel Dependen) (Hastono, 2007).

Berdasarkan Tabel 5.7, terdapat dua Variabel *Co-Variate* (Variabel *Confounding*) yang nilai p nya $> 0,05$ yaitu Variabel Kepadatan Siswa ($p = 0,629$) dan Variabel Suhu dan Kelembaban ($p = 0,154$). Namun karena Variabel Suhu dan Kelembaban ada interaksi dengan Variabel Konsentrasi PM_{10} dalam Uji Interaksi, maka Variabel Suhu dan Kelembaban tidak dapat dikeluarkan dari pemodelan Uji *Confounding*. Berarti, hanya Variabel Kepadatan Siswa yang dikeluarkan dari Uji *Confounding*. Berikut adalah hasil Uji *Confounding* setelah Variabel Kepadatan Siswa dikeluarkan dari pemodelan (Tabel 5.8).

Tabel 5.8. Uji *Confounding* Variabel Independen dan Variabel *Co-Variate* dengan Gangguan ISPA

Variabel	B	S. E.	Wald	df	Nilai p	OR	95% CI
PM_{10}	1,737	0,853	4,149	1	0,042	5,68	1,068–30,227
Status Gizi	2,803	0,860	10,634	1	0,001	16,50	3,060–88,971
Suhu	-1,299	0,932	1,943	1	0,163	0,27	0,044–1,695
Kelembaban	-1,299	0,932	1,943	1	0,163	0,27	0,044–1,695
PM_{10} by Status Gizi	2,568	1,037	6,135	1	0,013	6,08	1,010–8,885
PM_{10} by Suhu	2,479	1,100	5,083	1	0,024	11,93	1,383–103,015
PM_{10} by Kelembaban	2,479	1,100	5,083	1	0,024	11,93	1,383–103,015
Constant	-2,603	0,733	12,614	1	0,000	0,074	

-2 Likelihood = 132,072

Kemudian lihat perubahan nilai OR dari PM_{10} sesudah Variabel Kepadatan Siswa dikeluarkan dari pemodelan Uji *Confounding* dibandingkan dengan nilai OR PM_{10} pada Tabel 5.6. Terlihat bahwa perubahan nilai OR sebesar 9,2 persen,

artinya Variabel Kepadatan Siswa bukan merupakan Variabel *Confounding* terhadap Hubungan Konsentrasi PM_{10} udara dalam ruang kelas dengan Gangguan ISPA siswa SD.

Dikarenakan sudah tidak terdapat lagi Variabel *Co-Variate* dari Tabel 5.8 yang nilai p nya $> 0,05$, maka dapat dikatakan bahwa hasil akhir dari analisis multivariat ini seperti yang terlampir pada Tabel 5.8. Dalam penelitian ini tidak dilakukan penghitungan risiko individual, karena menurut Hastono (2007) penghitungan risiko individual hanya dapat dihitung pada penelitian yang menggunakan Desain Kohort Prospektif.

Kesimpulan dari analisis multivariat yang telah dilakukan adalah siswa SD yang berada di ruang kelas dengan konsentrasi PM_{10} tidak memenuhi syarat ($> 70 \mu\text{g}/\text{m}^3$) akan mengalami Gangguan ISPA 5,68 kali lebih tinggi dibandingkan siswa SD yang berada di ruang kelas dengan konsentrasi PM_{10} memenuhi syarat ($\leq 70 \mu\text{g}/\text{m}^3$), setelah dikontrol oleh variabel Suhu dan Kelembaban serta Status Gizi.

Sementara itu, apabila Variabel PM_{10} berinteraksi dengan Variabel Suhu dan Kelembaban, dimana masing-masing dari variabel tersebut tidak memenuhi syarat, maka potensi risiko yang akan didapatkan siswa untuk terkena Gangguan ISPA sebesar 11,93 kali. Namun, baik Variabel Suhu maupun Kelembaban apabila berdiri sendiri, maka variabel-variabel tersebut tidak cukup kuat untuk menimbulkan Gangguan ISPA pada siswa.

BAB 6

PEMBAHASAN

6.1 Keterbatasan Penelitian

Penelitian yang dilakukan oleh penulis mengenai Gangguan ISPA pada Siswa SD ditinjau dari aspek kualitas udara (PM_{10}) dan berbagai faktor yang berpengaruh lainnya mempunyai beberapa keterbatasan, antara lain :

- a) Pengukuran PM_{10} dalam penelitian ini hanya dilakukan satu kali untuk setiap ruang kelas 5 SD, sehingga gambaran fluktuasi konsentrasi PM_{10} tidak bisa terlihat secara maksimal. Fluktuasi konsentrasi PM_{10} hanya dapat terlihat dalam pengukuran delapan jam saja.
- b) Gangguan ISPA dari siswa SD, ditegakkan melalui diagnosis dokter, tanpa melibatkan wawancara dengan orang tua dari siswa yang menjadi responden penelitian.
- c) Setiap ruang kelas yang diukur, sebagian besar mempunyai karakteristik serupa, dari mulai status sekolah (SD Negeri), luas ruang kelas, jumlah ventilasi, maupun kepadatan siswa. Hal ini mungkin berpengaruh pada analisis hasil penelitian.
- d) Penelitian ini tidak menyertakan kemungkinan adanya pengaruh faktor musim dan kondisi cuaca terhadap konsentrasi PM_{10} udara ruang kelas serta dengan Gangguan ISPA yang dialami siswa tersebut.
- e) Penelitian ini murni untuk melihat Gangguan ISPA siswa SD berdasarkan pengaruh konsentrasi PM_{10} dan faktor lainnya dalam lingkungan sekolah, sehingga tidak melibatkan berbagai faktor yang berpengaruh di luar lingkungan sekolah.

6.2 Gambaran Konsentrasi PM_{10} Udara dalam Ruang Kelas

Pengukuran konsentrasi PM_{10} udara dalam ruang kelas dalam penelitian ini dilakukan \pm 8 jam selama siswa berada di sekolah dengan maksud agar dapat

terlihat tingkat konsentrasi pajanan pada siswa selama berada di ruang kelas. Menurut Fromme (2006) sebagian besar waktu siswa dihabiskan di dalam ruang kelas, terlebih siswa SD masih dalam kategori anak-anak dan sangat rentan terhadap bahaya kesehatan. Berdasarkan hasil yang diperoleh dari pengukuran PM_{10} dalam ruang kelas, di empat SD Kecamatan Cipayung yang menjadi lokasi penelitian, tercatat sebanyak delapan kelas dari keempat SD tersebut, konsentrasi PM_{10} nya tidak memenuhi syarat ($>70 \mu\text{g}/\text{m}^3$), dengan rata-rata sebesar $73 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Sedangkan enam kelas yang konsentrasi PM_{10} nya memenuhi syarat ($\leq 70 \mu\text{g}/\text{m}^3$), rata-rata konsentrasi PM_{10} nya sebesar $58 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Dari hasil dapat dikatakan bahwa banyak ruang kelas dari SD yang menjadi lokasi penelitian, konsentrasi PM_{10} nya di atas baku mutu. Mengacu pada KEPMENKES No. 1077, 2011 tentang Pedoman Penyehatan Udara dalam Ruang Rumah, dan dari WHO, baku mutu yang berlaku untuk pengukuran udara di dalam ruangan adalah sebesar $\leq 70 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Seperti yang diungkapkan oleh Purwana (1999) dalam penelitiannya bahwa nilai $\leq 70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ merupakan titik paling sensitif dan spesifik untuk menduga terjadinya gejala gangguan pernafasan.

Penelitian yang dilakukan oleh Hellsing (2009) di 74 ruang kelas dari 15 sekolah di Reykjavik, Belanda menyatakan bahwa rentang konsentrasi PM_{10} dalam ruang kelas antara $63-162 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Pengukuran dilakukan pada saat jam pelajaran sedang berlangsung.

Menurut Halopainen (2006), sebenarnya tidak ada sumber utama PM_{10} di dalam suatu ruangan, jika konsentrasi PM_{10} dalam suatu ruangan menjadi tinggi, satu-satunya sumber PM_{10} di dalam ruangan hanya berasal dari luar ruangan. Artinya, aktivitas manusia di dalam ruangan menjadi faktor yang berpengaruh pada konsentrasi PM_{10} . Lebih lanjut, ia mengatakan bahwa ventilasi dan nilai pertukaran udara dapat mempengaruhi masuknya partikulat ke dalam ruangan.

Terkait dengan aktivitas manusia di dalam ruangan yang dapat mempengaruhi konsentrasi PM_{10} , Janssen (1999) menyatakan bahwa konsentrasi PM_{10} di dalam ruangan meningkat salah satunya disebabkan karena resuspensi partikel yang dibawa siswa ke dalam ruangan melalui sepatu mereka. Bahkan konsentrasi PM_{10} dapat sama dengan baku mutu PM_{10} di luar ruangan, sebesar

150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Penelitiannya di Amsterdam dan Wageningen, empat sekolah yang masing-masing diteliti, konsentrasi PM_{10} di dalam ruangan melebihi baku mutu di luar ruangan, dengan pengukuran selama delapan jam dan rentang hasil konsentrasi yang didapat antara 81–157 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Meskipun demikian, ia mengatakan bahwa konsentrasi PM_{10} yang lebih tinggi di dalam ruangan tidak dapat langsung dibandingkan dengan baku mutu udara ambien karena komposisi PM_{10} di udara ruang kelas berbeda dengan di udara ambien.

Carrer (2002) dalam sebuah prosiding mengemukakan bahwa umumnya masalah kualitas udara yang sering terjadi di ruang kelas sekolah diakibatkan karena konstruksi gedung sekolah yang buruk, kurangnya pemeliharaan, ventilasi yang buruk. Hal yang dikemukakan Carrer ini terjadi di sekolah yang menjadi lokasi penelitian. Di luar dari konteks sekolah yang menjadi lokasi penelitian ini adalah bukan sekolah swasta, terlihat bahwa konstruksi bangunannya hampir sebagian besar buruk. Hanya beberapa kelas saja yang ruangnya dalam keadaan baik, juga tidak langsung terletak di sisi depan sekolah. Dalam penelitian ini, kebanyakan ruang kelas yang memiliki konsentrasi PM_{10} nya tinggi, berada di sisi depan sekolah, dan lokasi sekolahnya sendiri memang terletak di pinggir jalan raya besar. Hanya terdapat satu sekolah yang tidak terletak di pinggir jalan besar, dan dua ruang kelasnya yang diukur, konsentrasi PM_{10} dalam ruangnya tidak melebihi baku mutu.

6.3 Gambaran Gangguan ISPA Siswa SD

Menurut Kementerian Kesehatan (2009) ISPA merupakan penyakit yang paling sering dialami oleh anak-anak. Dalam setahun, akan terjadi sekitar 3-6 kali episode batuk pilek (*common cold*) pada balita dan anak-anak. Berdasarkan data Dinas Kesehatan Kota Depok, diketahui bahwa tahun 2010, kasus ISPA non pneumonia untuk usia > 5 tahun sebesar 5.534 kasus, dan di tahun 2011 meningkat menjadi 19.041 kasus.

Dari seluruh responden, diketahui sebagian besar siswa mengalami Gaangguan ISPA baik pada saat dilakukan penelitian, sampai dengan dua minggu ke belakang. Sebanyak 75 siswa SD mengalami Gangguan ISPA, biasanya hal

yang dikeluhkan mereka adalah pilek, batuk, sesak nafas, ada yang disertai demam, dan ada yang tidak disertai demam. Kondisi mereka diperburuk karena beberapa dari mereka (orang tuanya) mengira sudah sembuh dari *common cold*, lalu jajan es atau minum minuman dingin. Episode baru dari ISPA adalah saat gejala yang dialami tidak muncul lagi selama lebih dari dua hari. Jika baru sehari tidak muncul, maka belum dapat dikatakan sembuh. Namun penelitian ini tidak meneliti kekerapan atau episode Gangguan ISPA pada siswa, sehingga tidak dapat terlihat seberapa sering episode Gangguan ISPA dialami oleh siswa SD dalam satu periode waktu.

6.4 Hubungan Konsentrasi PM₁₀ Udara dalam Ruang Kelas dengan Gangguan ISPA Siswa SD

Berdasarkan hasil pengolahan data, maka didapatkan bahwa terdapat hubungan antara Konsentrasi PM₁₀ dengan Gangguan ISPA, dimana siswa SD yang berada di ruang kelas dengan Konsentrasi PM₁₀ tidak memenuhi syarat ($> 70 \mu\text{g}/\text{m}^3$), akan berisiko terkena Gangguan ISPA 2,5 kali lebih tinggi dibandingkan dengan siswa yang berada di ruang kelas dengan konsentrasi PM₁₀ memenuhi syarat ($\leq 70 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Penelitian yang dilakukan oleh Bahri (2008) menunjukkan bahwa terdapat hubungan signifikan dari pajanan PM₁₀ udara dalam ruang kelas dengan munculnya Gangguan ISPA siswa SD. Dalam penelitiannya, disebutkan bahwa siswa yang berada di ruang kelas dengan konsentrasi PM₁₀ tidak memenuhi syarat ($> 70 \mu\text{g}/\text{m}^3$) berisiko untuk terkena Gangguan ISPA 2,93 kali lebih tinggi dibandingkan dengan siswa yang berada di dalam ruang kelas dengan keadaan konsentrasi PM₁₀ $\leq 70 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Pada penelitian Handajani (2004), di Palembang, beberapa SD yang diteliti pun membuktikan adanya hubungan antara konsentrasi PM_{2.5} dengan gangguan saluran pernafasan, dimana siswa yang berada di ruangan dengan konsentrasi PM_{2.5} $> 65 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ akan mengalami risiko terkena gangguan saluran pernafasan 2,6 kali lebih tinggi dibandingkan dengan siswa yang berada di ruang kelas yang konsentrasi PM_{2.5} $\leq 65 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$.

Pengukuran yang dilakukan oleh Wattimena (2004) menyatakan bahwa kadar PM₁₀ di rumah rata-rata menunjukkan konsentrasi $> 70 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Balita yang tinggal di rumah dengan konsentrasi PM₁₀ tidak memenuhi syarat akan berisiko terkena gangguan saluran pernafasan sebesar 26,04 kali dibandingkan dengan balita yang konsentrasi PM₁₀ dalam rumahnya memenuhi syarat. Kemudian sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Hamidi (2002) bahwa anak dan balita di Kabupaten Banjarbaru dengan konsentrasi $> 70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ akan berisiko 5,4 kali lebih tinggi dibandingkan dengan anak dan balita yang tinggal di rumah dengan konsentrasi PM₁₀ $\leq 70 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Penelitian lain mengenai PM₁₀, meski bukan dilakukan di ruang kelas, melainkan di rumah dengan target sampel adalah balita, oleh Lindawaty (2010), tetap menunjukkan bahwa anak/balita yang berada di sebuah ruangan dengan konsentrasi PM₁₀ $> 70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ akan mengalami risiko untuk terkena gangguan ISPA 5,73 kali lebih tinggi dibandingkan dengan anak/balita yang berada di ruangan dengan konsentrasi PM₁₀ memenuhi syarat ($\leq 70 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Park (2002) menyatakan PM₁₀ dalam ruang kelas memiliki hubungan dengan absenteisme siswa yang disebabkan oleh izin sakit. RR sebesar 1,06 (95% CI, 1,04-1,19) rata-rata jumlah absensi harian adalah 5,89 dan jumlah absen karena sakit sebesar 4,20. Rata-rata absensi keseluruhan sekitar 4,66 dengan (95% CI, 0,94-9,38) per 1000 orang murid/hari. Absensi karena sakit rata-ratanya sekitar 3,69 (95% CI. 0,43-7,95). Sementara itu Chen (1998) menyatakan Siswa SD yang rentan sakit, terdapat di sekolah yang daerahnya berupa daerah industri petrokimia. Rata-rata rentang konsentrasi PM₁₀ udara dalam ruang kelas 96-110 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ di Kota Jenwu dan Linyuan.

Dari beberapa penelitian lain yang diungkapkan sebelumnya oleh peneliti, menunjukkan sebuah kesimpulan yang sama, yaitu anak/balita memang sangat rentan terhadap bahaya kesehatan, dan hasil dari seluruh penelitian yang diungkapkan dijabarkan sebelumnya menyatakan bahwa anak/balita yang berada di dalam ruangan dengan konsentrasi PM₁₀ tidak memenuhi syarat ($> 70 \mu\text{g}/\text{m}^3$) berisiko untuk mengalami Gangguan ISPA, dibandingkan dengan anak/balita yang berada di dalam ruangan dengan kondisi PM₁₀ nya $\leq 70 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Penularan ISPA terjadi melalui droplet yang mengandung mikroorganisme. Droplet yang terlepas ke udara, akan menjadi bagian dari partikel debu, yang dapat tersuspensi di udara, dan droplet juga dapat terkena langsung pada individu. Diketahui bahwa sebagian besar siswa menghabiskan waktunya di sekolah, siswa pun rentan dengan pajanan berulang-ulang baik dari konsentrasi PM_{10} udara dalam ruang kelas, droplet yang tersuspensi atau droplet yang berasal dari siswa lainnya yang sedang sakit. Sebenarnya dampak kesehatan sangat tergantung pada masing-masing individu, namun sayangnya siswa SD yang masih tergolong anak-anak, sangat rentan dengan bahaya kesehatan seperti yang dikemukakan oleh Fromme (2006).

6.5 Hubungan Faktor Lainnya yang Berpengaruh dengan Gangguan ISPA Siswa SD

Dalam penelitian ini, beberapa faktor lain yang diduga peneliti berpengaruh dengan timbulnya Gangguan ISPA adalah Status Gizi, Suhu dan Kelembaban, Ventilasi, serta Kepadatan Siswa dalam kelas. Namun hanya Ventilasi saja yang tidak menunjukkan adanya hubungan yang signifikan dengan munculnya Gangguan ISPA.

6.5.1 Status Gizi

Dalam penelitian ini menunjukkan bahwa anak dengan status gizi yang kurang baik, akan berisiko terkena Gangguan ISPA 3,51 kali lebih tinggi dibandingkan dengan anak yang status gizinya baik. Hal ini sesuai dengan hipotesis penelitian yang menyatakan terdapat hubungan antara Status Gizi Siswa SD dengan Gangguan ISPA. Penilaian status gizi ini diuji dengan menghitung Indeks Massa Tubuh (IMT) siswa, lalu dibandingkan dengan umur mereka dalam sebuah tabel *Z-Score* (Kepmenkes, 2010).

Purwana (1999) dalam penelitiannya menyebutkan bahwa di Kelurahan Pekojan, Jakarta Utara, melalui hasil uji yang dilakukan, terdapat hubungan yang signifikan antara status gizi dengan gangguan saluran pernafasan yang dialami

balita disana. Lebih lanjut, menurut Purwana, faktor gizi berhubungan dengan daya tahan tubuh terhadap infeksi saluran pernafasan. Lebih lanjut, dikemukakan juga bahwa episode batuk pilek yang dialami oleh balita di Pekojan, terdapat pada balita yang memiliki status gizi yang kurang. Wattimena (2004) juga menyatakan bahwa terdapat hubungan yang bermakna antara status gizi dengan kejadian ISPA pada balita. Balita dengan gizi yang kurang akan berisiko 5,98 kali lebih tinggi untuk menderita Gangguan ISPA dibandingkan balita dengan gizi baik.

Penelitian sejalan juga ditemukan pada penelitian yang dilakukan oleh Dewanti (2011) bersama dengan rekan-rekannya dari Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga, menyatakan bahwa anak-anak usia 0-36 bulan di Wilayah Watugede, Malang, sebagian besar dari responden penelitian (88 persen) memiliki status gizi yang buruk dengan pengukuran berdasarkan IMT. Hasil penelitiannya menyatakan terdapat hubungan yang signifikan antara kejadian ISPA di daerah Watugede, Malang dengan status gizi yang kurang pada balita. Penelitian paralel juga dilakukan oleh Lestari (2011) yang melakukan penelitian serupa dengan Dewanti, hanya berbeda kecamatan. Penelitian Lestari dilakukan kepada balita umur 12-60 bulan, dengan pengukuran status gizi menggunakan berat badan per umur (BB/U), bukan seperti yang dilakukan oleh Dewanti, menggunakan IMT. Hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan adanya hubungan yang bermakna antara gizi kurang pada balita dengan kejadian ISPA di Kecamatan Singosari, Kabupaten Malang.

Menurut Supariasa (2002) antara sebuah penyakit infeksi dengan kondisi status gizi individu dapat digambarkan sebagai sebuah hubungan timbal balik. Jika individu terkena penyakit infeksi, maka keadaan tersebut mampu memperburuk kondisi gizi. Hal sebaliknya juga terjadi, apabila individu mengalami kondisi gizi yang buruk, maka tubuhnya akan menjadi rentan terhadap penyakit.

Gizi buruk juga akan menghambat reaksi imunologis serta berhubungan dengan prevalensi penyakit serta derajat berat ringannya penyakit. Penyakit infeksi akan membuat terjadinya peningkatan penghancuran jaringan tubuh karena dipakai untuk pembentukan protein atau enzim-enzim yang diperlukan dalam

imunitas. Kekurangan gizi akan berpengaruh terhadap daya tahan tubuh dan respon imunologis terhadap suatu penyakit ataupun kejadian keracunan (Soemirat, 2000).

Beberapa hal yang mendasari kemungkinan terjadinya status gizi yang kurang pada siswa SD yang menjadi responden penelitian, bisa karena pemahaman ibu terhadap kesehatan dan status gizi anak, serta tingkat pendapatan. Meskipun tidak disertakan dalam penelitian, sempat diperoleh informasi dari guru dan kepala sekolah melalui wawancara sederhana, bahwa memang kebanyakan dari siswa SD setiap sekolah, orang tua nya berpendapatan rendah. Dugaan lebih lanjut, bahwa rendahnya pendapatan dalam keluarga membuat prioritas keuangan tidak diperuntukkan untuk asupan gizi yang baik, sehingga dampaknya adalah pada anak-anak dengan imunitas yang rendah dan fisik siswa yang tergolong kecil untuk ukuran siswa kelas 5 SD.

6.5.2 Faktor Lingkungan Sekolah

Sanitasi fisik adalah usaha kesehatan masyarakat yang menitikberatkan pada pengawasan terhadap struktur fisik, dimana orang menggunakannya sebagai tempat berlindung yang mempengaruhi derajat kesehatan manusia. Sarana sanitasi tersebut antara lain ventilasi, suhu, kelembaban, kepadatan hunian, penerangan alami, konstruksi bangunan, sarana pembuangan sampah, sarana pembuangan kotoran manusia, dan penyediaan air bersih (Azwar, 1990).

Ventilasi dimaknai sebagai media untuk pergantian udara dalam ruangan dengan udara di luar ruangan, agar sirkulasi udara berjalan dengan lancar. Ventilasi alami yang harus berada di sebuah ruangan tidak hanya terbatas pada lubang angin yang terdapat di sudut atas dinding ruangan, namun dapat berupa jendela, pintu dan sarana lain. Krieger & Higgins (2002) menyatakan bahwa ventilasi yang kurang baik dapat membahayakan kesehatan khususnya saluran pernafasan. Ventilasi yang buruk dapat meningkatkan paparan asap.

Penelitian yang dilakukan oleh Bahri (2008) menunjukkan tidak ada hubungan yang signifikan antara ventilasi kelas dengan Gangguan ISPA. Begitu pula dengan penelitian yang dilakukan oleh Handajani (2004), juga tidak

menunjukkan adanya hubungan yang bermakna antara ventilasi kelas dengan kejadian gangguan pernafasan siswa SD.

Dua penelitian terdahulu dan penelitian yang sekarang dilakukan oleh penulis sama-sama menunjukkan tidak terdapat hasil yang signifikan antara ventilasi dengan munculnya Gangguan ISPA. Hasil penelitian ini tidak dapat membuktikan hipotesis penelitian bahwa terdapat hubungan antara Ventilasi dengan Gangguan ISPA. Keadaan ini bisa disebabkan karena pengukuran dan pengamatan yang dilakukan hanya berpatokan pada standar bahwa luas ventilasi yang baik > 10 persen dari luas ruang kelas (Kepmenkes, 2002).

Secara matematis, luas ventilasi ruang kelas di lokasi penelitian sebagian besar memenuhi syarat yaitu > 10 persen luas ruang kelas, namun diduga bahwa ventilasi yang berada di ruang kelas tersebut ada yang tidak berfungsi maksimal, karena struktur bangunan sekolah, berdekatan dengan bangunan lainnya, sehingga udara yang keluar masuk melalui lubang angin (ventilasi) terhalang oleh dinding bangunan.

Kemudian hal lain yang ditengarai menyebabkan tidak ada hubungan antara ventilasi dengan Gangguan ISPA adalah laju udara dari ventilasi tersebut memenuhi syarat atau tidak, tidak diperhitungkan dalam penelitian ini. Hampir keseluruhan ruang kelas dari SD yang dijadikan lokasi penelitian, juga memiliki jendela, namun banyak juga diantaranya yang jendelanya jarang dibuka, bahkan tidak dapat dibuka sama sekali. Jendela kelas pun tidak semuanya terdapat di dua sisi ruangan (ventilasi silang), kebanyakan jendela kelas, hanya terdapat di satu sisi ruang kelas.

Penelitian yang dilakukan oleh Norback & Nordstorm (2008, dalam Hellsing, 2009) menunjukkan bahwa ventilasi akan mempengaruhi terjadinya gangguan saluran pernafasan, namun tidak hanya pada luas ventilasi, tetapi juga dikukur dari laju udara yang mampu dilewati melalui ventilasi. Dengan meningkatkan rata-rata laju udara dari luar ruangan ke dalam ruangan dari 1,3 menjadi 11,5 liter/detik (*litre/second*) mampu menurunkan risiko gejala asma dan gangguan saluran pernafasan pada anak sekolah.

Berikutnya, sesuai dengan hipotesis penelitian, bahwa terdapat hubungan antara suhu dan kelembaban dengan Gangguan ISPA Siswa SD. Siswa yang berada di ruang kelas dengan kondisi suhu dan kelembaban yang tidak memenuhi syarat, maka akan berisiko 3,08 kali untuk terkena Gangguan ISPA, dibandingkan dengan siswa yang berada di ruang kelas dengan suhu dan kelembaban yang memenuhi syarat.

Menurut Keputusan Menteri Kesehatan Mengenai Persyaratan Lingkungan Kerja Perkantoran dan Industri (2002), suatu ruangan dikatakan memenuhi syarat apabila suhu udara dalam ruangan berkisar diantara 18-28⁰C, dengan kelembaban relatif sebesar 40-60 persen. Apabila terdapat suhu dan kelembaban di luar rentang yang dinyatakan dalam Kepmenkes, maka diartikan tidak memenuhi syarat.

Pengaturan suhu dan kelembaban dalam ruangan menjadi hal yang penting. Seperti yang telah diketahui, bahwa kelembaban ruangan yang tinggi dapat menyebabkan berkembang biaknya organisme patogen dan alergen. Namun kelembaban dalam ruangan yang rendah juga dapat menyebabkan iritasi pada membran mukosa, mata, atau bahkan munculnya gangguan sinus (Kemenkes, 2007).

Penelitian Surjadi (1993) juga memperoleh hasil yang sama seperti hasil yang didapatkan oleh peneliti. Penelitiannya menunjukkan hubungan yang signifikan antara kelembaban dengan Gangguan ISPA. Anak balita yang berada di dalam rumah dengan kelembaban tidak memenuhi syarat sebesar 24 persen. Anak yang berada dalam kondisi tersebut akan berisiko 1,96 kali lebih tinggi untuk menderita Gangguan ISPA dibandingkan dengan anak yang berada dalam rumah yang kelembabannya memenuhi syarat. Gertrudis (2010) juga memperkuat hasil-hasil penelitian pendahulu, bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara kelembaban dengan Gangguan ISPA, dimana dalam penelitiannya menyebutkan hasil bahwa balita yang tinggal di rumah dengan kelembaban tidak memenuhi syarat maka akan mengalami risiko terkena Gangguan ISPA 11,2 kali lebih tinggi dibandingkan dengan balita yang tinggal di rumah dengan kelembaban yang berada dalam rentang yang memenuhi syarat.

Di tahun 1991, Lebowitz dengan rekannya O'Rourke menyatakan bahwa efek kesehatan yang berhubungan dengan kelembaban, karena kelembaban adalah faktor pendukung proliferasi berbagai mikroorganisme. Bakteri di dalam ruangan juga berperan sebagai pengubah ukuran aerosol *non-viable* (tidak hidup) akibat penyerapan uap air, juga mempengaruhi pertumbuhan partikulat *viable* (hidup).

Kelembaban dalam ruang kelas yang dijadikan lokasi penelitian ini umumnya cukup tinggi, hal ini disebabkan karena ventilasi alami yang terdapat dalam ruang kelas tidak dipergunakan secara maksimal. Jendela yang tersedia dalam ruang kelas termasuk cukup banyak, namun banyak juga dari jendela tersebut yang tidak dapat dibuka, sehingga tidak dapat membantu sirkulasi udara berjalan dengan baik hanya dengan mengandalkan lubang angin dalam ruang kelas.

Kemudian dalam penelitian Lindawaty (2010) menyatakan bahwa suhu juga memiliki pengaruh terhadap munculnya Gangguan ISPA. Balita yang berada dalam rumah tinggal dengan suhu tidak dalam rentang yang ditentukan oleh Kementerian Kesehatan, maka akan mengalami risiko 18 kali lebih tinggi untuk mengalami ISPA dibandingkan dengan balita yang tinggal di rumah dengan suhu yang memenuhi syarat. Penelitian yang dilakukan oleh Yusnabeti, dan Luciana (2010) menunjukkan terdapat hubungan bermakna antara suhu dengan Gangguan ISPA yang dialami oleh pekerja industri mebel. Rata-rata suhu di ruang kerja mereka sebesar $31,8^{\circ}\text{C}$. Penelitian yang dilakukan Toanabun tahun 2003 di Tual, Maluku, menyatakan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara suhu di dalam rumah dengan kejadian ISPA (dalam Nindya, T. S., & Sulistyorini, L., 2005).

Suhu dalam suatu ruangan dapat mempengaruhi kelembaban, sehingga dapat berpengaruh pada kondisi udara yang kering dan mengakibatkan iritasi membran mukosa, hal ini menjadi faktor penting yang harus diperhatikan karena dapat memicu terjadinya infeksi saluran pernafasan (WHO, 1997). Suhu udara yang rendah dapat menyebabkan polutan dalam atmosfer terperangkap dan tidak menyebar. Peningkatan suhu dapat mempercepat reaksi kimia perubahan polutan udara (Yusnabeti, 2010). Suhu udara juga mempengaruhi PM_{10} untuk dapat

bertahan lama di udara, sehingga memungkinkan untuk terhisap lebih banyak oleh individu yang berada dalam ruangan tersebut.

Kepadatan Hunian Siswa dalam ruang kelas juga terbukti berpengaruh dalam menimbulkan Gangguan ISPA sesuai dengan hipotesis penelitian, yaitu terdapat hubungan antara kepadatan siswa dengan Gangguan ISPA Siswa SD. Siswa yang berada di dalam ruang kelas yang luas ruangnya $< 2 \text{ m}^2/\text{siswa}$ akan berisiko 2,73 kali lebih besar pada siswa yang berada di ruangan kelas dengan luas $\geq 2 \text{ m}^2/\text{siswa}$.

Kondisi kepadatan hunian memang juga tidak terlepas dari faktor penularan suatu penyakit antar individu. Gangguan pernafasan yang disebabkan oleh virus, biasanya saling disebarkan melalui individu lainnya dan dihantarkan melalui udara. Notoatmodjo (2003) mengungkapkan bahwa kondisi rumah yang dihuni lebih dari batas hunian yang dipersyaratkan dapat mengakibatkan kurangnya konsumsi oksigen, kemudian memudahkan terjadinya penularan apabila ada salah satu penghuni rumah yang sedang menderita penyakit infeksi.

Wattimena (2004) melakukan penelitian serupa dengan yang peneliti lakukan, pun mendapatkan hasil bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara kepadatan hunian dengan terjadinya gangguan saluran pernafasan pada balita, dimana balita yang berada di dalam rumah yang tidak memenuhi syarat batas hunian, berisiko 4,3 kali lebih tinggi dibandingkan memenuhi syarat batas hunian.

Penelitian Suryanto (2003 dalam Nindya, T. S., & Sulistyorini, L., 2005), dan Toanabun (2003, dalam Nindya, T. S., & Sulistyorini, L., 2005) menyatakan hasil penelitian yang sejalan dengan hasil penelitian yang peneliti lakukan. Keduanya menyatakan dalam penelitiannya terdapat hubungan yang signifikan antara kepadatan hunian dengan munculnya Gangguan ISPA pada balita. Menurut Krieger & Higgins (2002) kepadatan penghuni rumah yang terlalu tinggi dan tidak cukupnya ventilasi menyebabkan kelembaban dalam rumah juga meningkat.

Batas kepadatan dalam ruang kelas yang baik ditetapkan sebesar $\geq 2 \text{ m}^2/\text{siswa}$ berdasarkan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Tahun 2007 mengenai standar sarana dan prasarana sekolah. Jika dirasakan dalam suatu ruang kelas terasa pengap atau seperti terasa sesak, penyebab kondisi ini karena luas

ruangan tidak mencukupi untuk menampung murid-murid. Terlalu padatnya kondisi ruang kelas dapat menghalangi proses pertukaran udara bersih, sehingga kebutuhan udara bersih tidak terpenuhi. Kepadatan yang terlalu tinggi dalam sebuah ruangan juga memudahkan terjadinya penularan suatu penyakit melalui inhalasi individu, ataupun kekerapan terkena droplet dari siswa yang sedang sakit kepada siswa lainnya.

6.6 Hubungan PM₁₀ Udara Ruang Kelas dengan Gangguan ISPA Siswa SD setelah Dikontrol oleh Suhu dan Kelembaban

Penentuan faktor risiko paling dominan dilakukan dengan Uji Interaksi dan dilanjutkan dengan Uji *Confounding*. Dalam penelitian ini, berdasarkan pengolahan statistik, diungkapkan bahwa Faktor Perancu (*Confounding Factor*) dalam penelitian ini adalah Suhu, Kelembaban, dan Status Gizi.

Pada model akhir diperoleh bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara konsentrasi PM₁₀ setelah dikontrol oleh Suhu dan Kelembaban serta Status Gizi. Siswa SD yang berada di ruang kelas dengan konsentrasi PM₁₀ tidak memenuhi syarat ($> 70 \mu\text{g}/\text{m}^3$) akan mengalami Gangguan ISPA 5,68 kali lebih tinggi dibandingkan siswa SD yang berada di ruang kelas dengan konsentrasi PM₁₀ memenuhi syarat ($\leq 70 \mu\text{g}/\text{m}^3$), setelah dikontrol oleh Suhu dan Kelembaban serta Status Gizi.

Sementara itu, apabila PM₁₀ berinteraksi dengan Suhu dan Kelembaban, dimana masing-masing dari komponen tersebut tidak memenuhi syarat, maka potensi risiko yang akan didapatkan siswa untuk terkena Gangguan ISPA sebesar 11,93 kali. Hal ini membuktikan hipotesis penelitian bahwa terdapat interaksi antara PM₁₀ dengan Suhu dan Kelembaban. Namun, baik Suhu maupun Kelembaban apabila berdiri sendiri, maka komponen tersebut tidak cukup kuat untuk menimbulkan Gangguan ISPA pada siswa.

Menurut Keputusan Menteri Kesehatan Mengenai Persyaratan Lingkungan Kerja Perkantoran dan Industri (2002), suatu ruangan dikatakan memenuhi syarat apabila suhu udara dalam ruangan berkisar diantara 18-28⁰C, dengan kelembaban relatif sebesar 40-60 persen. Pengaturan suhu dan kelembaban dalam ruangan

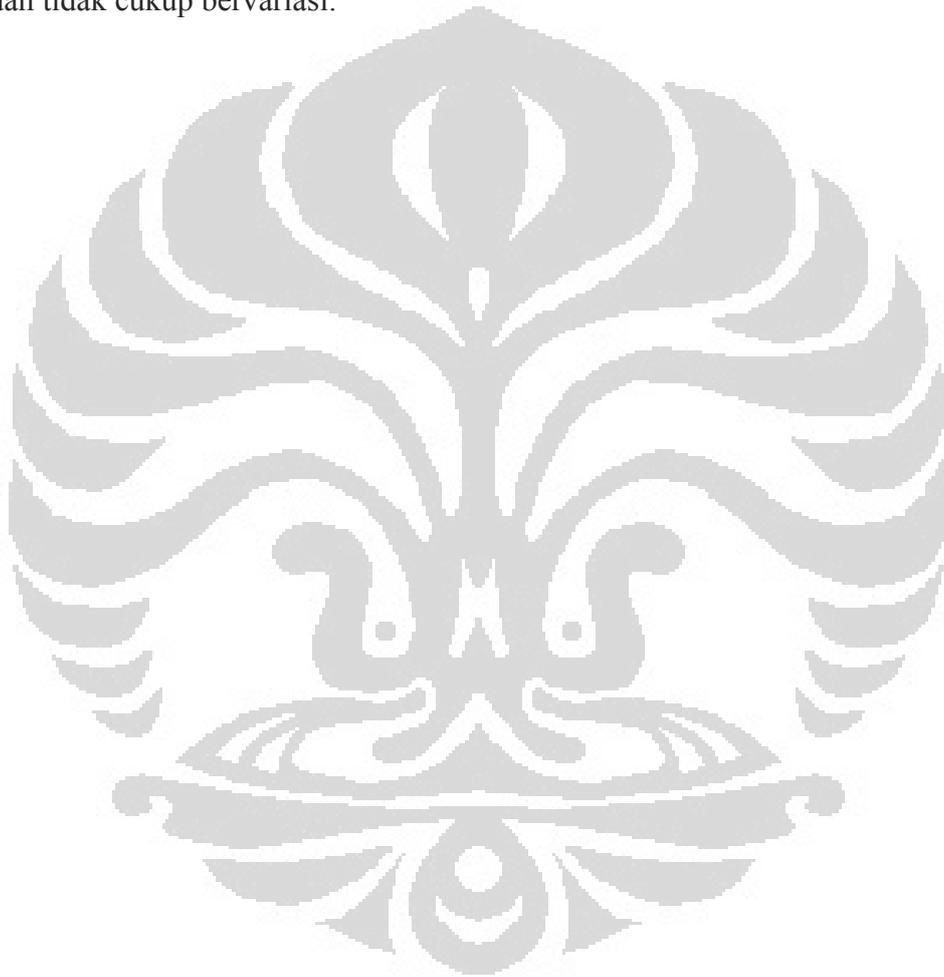
menjadi hal yang penting. Seperti yang telah diketahui, bahwa kelembaban ruangan yang tinggi dapat menyebabkan berkembang biaknya organisme patogen dan alergen. Namun kelembaban dalam ruangan yang rendah juga dapat menyebabkan iritasi pada membran mukosa, mata, atau bahkan munculnya gangguan sinus (Kemenkes, 2007).

Dalam penelitian Arundel (1998) ia mengungkapkan bahwa infeksi saluran pernafasan secara signifikan berkurang apabila kelembaban dalam ruang kelas diperhatikan dengan cara dilakukan pengaturan kelembaban (*humidification*). Efek ini akan lebih intensif apabila kelembaban di masing-masing rumah siswa pun juga turut dikendalikan. Dalam penelitiannya, siswa dibagi menjadi empat kelompok berdasarkan ada atau tidaknya perlakuan humidifikasi di sekolah atau di rumah masing-masing siswa. Rata-rata tiap minggu siswa yang tidak hadir dalam kelas karena mengalami gangguan saluran pernafasan sebesar 7,1 persen untuk siswa tanpa perlakuan humidifikasi di sekolah dan rumahnya masing-masing. Kemudian rata-rata tiap minggu siswa yang tidak hadir dalam kelas karena mengalami gangguan saluran pernafasan sebesar 5,1 persen untuk siswa yang melakukan humidifikasi di rumahnya saja, lalu sebesar 3,9 persen untuk siswa yang mendapatkan perlakuan humidifikasi di sekolahnya dan 1,3 persen untuk siswa yang melakukan humidifikasi di sekolah dan di rumahnya.

Di tahun 1991, Lebowitz dengan rekannya O'Rourke menyatakan bahwa efek kesehatan yang berhubungan dengan kelembaban, karena kelembaban adalah faktor pendukung proliferasi berbagai mikroorganisme. Bakteri di dalam ruangan juga berperan sebagai pengubah ukuran aerosol *non-viable* (tidak hidup) akibat penyerapan uap air, juga mempengaruhi pertumbuhan partikulat *viable* (hidup)

Suhu udara yang rendah dapat menyebabkan polutan dalam atmosfer terperangkap dan tidak menyebar. Peningkatan suhu dapat mempercepat reaksi kimia perubahan polutan udara (Yusnabeti, 2010). Suhu udara juga mempengaruhi PM_{10} untuk dapat bertahan lama di udara, sehingga memungkinkan untuk terhisap lebih banyak oleh individu yang berada dalam ruangan tersebut.

Namun ternyata dalam akhir penelitian ini, apabila Suhu dan Kelembaban berdiri sendiri, tanpa disertai dengan Konsentrasi PM_{10} , maka tidak cukup kuat untuk memberikan pengaruh terhadap timbulnya Gangguan ISPA. Hal ini bisa dikarenakan bahwa Suhu dan Kelembaban yang diukur di masing-masing titik setiap sekolah, berada di rentang yang tidak jauh berbeda, bukan rentang ekstrim. Lebih lanjut, kondisi Suhu dan Kelembaban masing-masing titik yang diukur pun serupa, tidak jauh berbeda, sehingga nilai yang ditimbulkan adalah nilai homogen, dan tidak cukup bervariasi.



BAB 7

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

- a) Konsentrasi PM_{10} udara dalam ruang kelas di beberapa sekolah yang dijadikan lokasi penelitian umumnya melebihi baku mutu ($>70 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Total titik terpilih untuk menjadi lokasi penelitian adalah sebanyak 16 titik dari seluruh empat SD terpilih secara random, dengan rentang pengukuran konsentrasi PM_{10} nya antara $46 \mu\text{g}/\text{m}^3 - 76 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Terdapat delapan titik yang konsentrasi PM_{10} nya pada saat pengukuran dilakukan, melebihi $>70 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Sedangkan titik yang konsentrasi PM_{10} nya memenuhi syarat sebanyak enam kelas.

- b) Sebanyak 75 siswa SD (62,5 persen) mengalami Gangguan ISPA, dan 45 siswa SD (37,5 persen) tidak mengalami Gangguan ISPA. Kemudian terdapat 60 siswa SD dengan status gizi yang baik, dan 60 siswa SD dengan status gizi kurang baik.
- c) Dari lima komponen yang diduga memiliki hubungan signifikan dengan Gangguan ISPA, ternyata terdapat empat komponen yang memiliki hubungan dengan Gangguan ISPA.
- Status Gizi (3,51; 1,173 – 7,347)
 - Suhu (3,08; 1,409 – 6,739)
 - Kelembaban (3,08; 1,409 – 6,739)
 - Kepadatan Siswa (2,73; 1,228 – 6,067)
- d) Terdapat hubungan yang signifikan antara konsentrasi P_{M10} dengan Gangguan ISPA. Siswa SD yang berada di ruang kelas dengan konsentrasi P_{M10} tidak memenuhi syarat ($> 70 \mu\text{g}/\text{m}^3$) akan mengalami Gangguan ISPA 5,68 kali lebih tinggi dibandingkan siswa SD yang berada di ruang kelas dengan konsentrasi P_{M10} memenuhi syarat ($\leq 70 \mu\text{g}/\text{m}^3$), setelah

dikontrol oleh Suhu, Kelembaban, Status Gizi, serta interaksi antara PM_{10} dengan Suhu dan interaksi antara PM_{10} dengan Kelembaban.

7.2 Saran

Terhadap butir-butir kesimpulan di atas, penulis menyampaikan beberapa butir saran praktis yang mungkin dapat diimplementasikan secara sederhana.

a) Konsentrasi PM_{10}

- Menggunakan *air purifier* atau *air humidifier* seperti exhaust disetiap ruangan kelas, sehingga bisa mengatur kelembaban dan suhu ruang kelas dengan cara menghisap debu atau partikulat dalam ruangan tanpa mengaduk debu atau partikulat di dalam ruangan. Alat ini menyaring udara melalui filter dan menghembuskan kembali udara yang bersih.
- Menanam tanaman di lingkungan sekolah. Tanaman di halaman sekolah akan berfungsi sebagai filter, menangkap sebagian debu ketika ingin menerobos masuk bersama angin. Dengan memasang tanaman rambat sebagai pergola, berbagai polutan yang terkandung di udara dapat dikurangi.
- Meminimalisasi peletakkan buku-buku dalam kelas di luar lemari, karena akan dengan mudah debu menempel pada buku.

b) Status Gizi

- Disarankan agar di setiap sekolah, secara sukarela, ataupun dapat melakukan program kerjasama untuk memberikan seminar sederhana mengenai gizi dan kesehatan anak.
- Jika memungkinkan untuk menggalang bantuan sukarela pada orang tua murid siswa, maka hal tersebut dapat dilakukan untuk membeli dan membagikan vitamin A secara gratis dan berkala kepada murid-murid.

- Membuat *tagline* atau pesan singkat yang secara visual sangat atraktif untuk dilihat terkait dengan masalah status gizi dan Gangguan ISPA, seperti “Minum Madu setiap hari, ISPA pun Terobati”, atau “Rutin Minum Vitamin A, selamat tinggal ISPA”.

c) Faktor Lingkungan Sekolah (Sanitasi Fisik)

- Disarankan agar di setiap sekolah, secara rutin bisa melakukan kegiatan pelaksanaan kebersihan kelas masing-masing. Bahan desinfektan dapat digunakan untuk memaksimalkan kebersihan kelas sesuai dengan pengawasan wali kelas masing-masing. Kegiatan ini dapat diadakan secara periodik seperti kegiatan Jumsihat (Jumat Bersih Sehat).
- Disarankan untuk melepas tirai jendela jika memang tidak perlu untuk digunakan, mengingat dapat menjadi media menempelnya partikulat debu. Apabila memang digunakan, kebersihannya dapat lebih diperhatikan. Mencuci tirai dapat diberlakukan kepada siswa secara bergiliran.
- Jika memungkinkan, disarankan untuk bisa mengurangi kapasitas siswa di dalam ruang kelas sehingga kepadatannya berkurang. Di beberap sekolah ditemukan pemberlakuan kelas pagi dan sore, hendaknya hal tersebut bisa diterapkan juga kepada sekolah yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Alsagaff, H. & Mukty, H. A. (2006). *Dasar-Dasar Ilmu Penyakit Paru*. Cetakan Keempat. Surabaya : Erlangga University Press.
- Arundel, A. V., et. al. (1998). Indirect Health Effects of Relative Humidity in Indoor Environments. *Environmental Health Perspectives*, Vol. 65, pp 351-361. June 24, 2012.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1474709/pdf/envhper00436-0331.pdf>
- Aziz, B. (2010). *Warga Cipayung Depok Terkena Penyakit ISPA*. February 24, 2012.
<http://www.radar.co.id/berita/read/6310/2012/Warga-Cipayung-Depok-Terkena-Penyakit-Ispa>
- Azwar, A. (1990). *Pengantar Ilmu Kesehatan Lingkungan*. Jakarta: Mutiara SumberDaya.
- Bahri, B. S. (2008). *Pajanan PM₁₀ Udara Dalam Ruang Kelas dan Gangguan ISPA serta Fungsi Paru pada Anak Sekolah Dasar di Kecamatan Cakung Jakarta Timur Tahun 2008*. [Tesis]. Magister Ilmu Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia.
- Benzie, S. (2009). *Infeksi Saluran Pernafasan Akut*. February 24, 2012.
<http://doctorology.net/?p=205>
- Breyse, P. N., et. al. (2010). Indoor Air Pollution and Asthma in Children. *Proceedings of American Thoracic Society*, Vol. 7, pp 102-106. June 29, 2012.
<http://pats.atsjournals.org/content/7/2/102.full.pdf+html>

Universitas Indonesia

- California Environmental Protection Agency. (2007). *The Health Impact of Coarse Particulate Matter*. Air Resources Board. February 24, 2012.
<http://www.arb.ca.gov/research/health/healthup/jan07.pdf>
- Carrer, P. et. al. (2002). The EFA Project : Indoor Air Quality in European Schools dalam *Proceedings : Indoor Air*. May 15, 2012.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12357841>
- Chen, P. C., et. al. (1998). Adverse Effect of Air Pollution on Respiratory Health of Primary School Children in Taiwan. *Environmental Health Persepectives*, Vol. 106, No. 6. June 23, 2012.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1532985/pdf/envhper00529-0067.pdf>
- Chen, L. et. al. (2000). Elementary School Absenteeism and Air Pollution. *Inhalation Toxicology*, 12 : 997-1016, 2000. March 10, 2012.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11015140>
- Cissy, B. K. (2005). *Pneumonia Pembunuh pada Balita*. Buletin Jendela Epidemiologi, Volume 3, 2010.
- Cohen, S. (2008). Social Status and Susceptibility to Respiratory Infections. *Annals NewYork Academy of Sciences*. June 11, 2012.
www.psy.cmu.edu/~scohen/SCNYAS.pdf
- Daud, A., & Sedionoto, B. (2010). *Analisis Risiko Konsentrasi SO₂ Dan PM_{2,5} Terhadap Penurunan Kapasitas Fungsi Paru Penduduk Di Sekitar Kawasan Industri Makassar*. Universitas Hassanudin, Makassar, Sulawesi Selatan.
- Dewanti, L. et. al. (2011). *Hubungan antara Status Gizi dengan Insiden ISPA pada Anak Usia 0-36 Bulan di Sanan Hamlet, Watugede, Kabupaten Malang 2011*. [Abstrak]. Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga.

Universitas Indonesia

Dinas Kesehatan Kota Depok. (2012). Laporan Kasus ISPA per Puskesmas, Tahun 2010 dan 2012.

Djumadias, A. (1990). *Aplikasi Antropometri sebagai Alat Ukur Status Gizi*. Bogor.

Fardiaz, S. (1992). *Polusi Air dan Udara*. Yogyakarta : Kanisius.

Fierro, M. (2000). *Particulate Matter*. Particulate Matter Singspace Handouts. February 24, 2012. http://www.airinfonow.org/pdf/Particulate_Matter.pdf

Frome, H. et. al. (2006). Particulate Matter in the Indoor Air of Classrooms – Exploratory Results from Munich and Surrounding Area. *Journal of Atmospheric Environment*, Vol. 41. June 10, 2012. www.dbu.de/media/12030903011915b2.pdf

Halek, F. et. al. (2009). Evaluation of Indoor-Outdoor Particle Size Distribution in Tehran's Elementary School. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 57, 2009. March 10, 2012. www.waset.org/journals/waset/.../v57-83.pdf

Hamidi, P. (2002). *Pajanan Debu dengan Kejadian Gangguan Pernafasan Studi terhadap Bayi dan Balita pada Pemukiman di Jalan Transportasi Batubara, Kecamatan Mataram, Kabupaten Banjar, Kalimantan Selatan*. [Tesis]. Magister Ilmu Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia.

Handajani, R. (2004). *Analisis Konsentrasi PM_{2,5} dan Gangguan Saluran Pernafasan pada Anak Sekolah Dasar Negeri di Kota Palembang Tahun 2004*. [Tesis]. Magister Ilmu Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia.

Universitas Indonesia

- Hastono, S. P. (2007). *Analisis Data Kesehatan*. Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia.
- Hellsing, V. U. (2009). *Indoor Air Quality in Junior High Schools in Reykjavik*. [Thesis]. Environmental and Natural Resources, School of Engineering and Sciences, University of Iceland. June 10, 2012. http://skemman.is/stream/get/1946/3304/10386/1/Vanda_Hellsing_fixed.pdf
- Holopainen, R. et. al. (2006). *Mitigating The Adverse Impact of Particulates on Indoor Air*. Helsinki. February 24, 2012. www.tekes.fi/fi/document/.../fine_sisailma_pdf
- Horaginamani, S. M. et. al. (2010). Ambient Air Quality in Urban Area and Its Effect on Plants and Human Beings : A Case Study of Tiruchirappali, India. Kathmandu University. *Journal Of Science, Engineering and Technology*, Vol. 6, No. II, pp 13-19. February 24, 2012. http://www.ku.edu.np/kuset/vol6_no2/3_Dec_Sirajuddin%20Horaginamani_A%20MBIENT%20AIR%20QUALITY%20IN%20AN%20URBAN%20AREA%20AND%20ITS%20EFFECTS%20ON%20%20%20PLANTS%20AN.pdf
- Janssen, N.A. et. al. (1999). Mass Concentration and Elemental Composition of PM₁₀ in Classrooms. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, Vol. 56, pp 482-487. February 23, 2012. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1757765/>
- Koren. (2003b). *Handbook of Environmental Health : Pollutan Interactions in Air, Water, and Soil*. Lewis Publisher.
- Krieger J., and Higgins, D. (2002). Housing and Health: Time Again for Public Health. *Am J Public Health*. Vol. 92 (5). February 23, 2012. http://www.sgc.ca.gov/hiap/docs/publications/issue_briefs/Housing_and_Health.pdf

Universitas Indonesia

Kementerian Kesehatan RI. (2001). *Pedoman Pemberantasan Penyakit Infeksi Saluran Pernafasan Akut*. Jakarta.

Kementerian Kesehatan RI, Direktorat Jenderal P2M dan PL. (2001). *Pedoman Promosi Penanggulangan Pneumonia Balita*. Jakarta.

Kementerian Kesehatan RI. (2004). *Analisis Situasi Gizi dan Kesehatan Masyarakat*. Jakarta.

Kementerian Kesehatan RI. (2005). *Profil Kesehatan Provinsi Kalimantan Tengah Tahun 2005*. Jakarta. February 27, 2012.

www.depkes.go.id/downloads/profil/.../BAB%20III_profil.doc

Kementerian Kesehatan RI, Direktorat Jenderal P2M dan PL. (2007). *Pedoman Teknis Penilaian Rumah Sehat*. Jakarta.

Kementerian Kesehatan RI. (2009). *Profil Kesehatan Indonesia 2009*. Jakarta. March 15, 2012.

www.depkes.go.id/.../Profil%20Kesehatan%20Indonesia%202008.pdf

Kementerian Kesehatan RI. (2010). *Parameter Pencemar Udara dan Dampaknya Terhadap Kesehatan*. February 23, 2012. depkes.go.id/downloads/Udara.PDF

Kementerian Kesehatan RI. (2010). *Profil Kesehatan Indonesia 2010*. Jakarta. March 15, 2012. www.depkes.go.id/.../profil/kota%20tebing%20tinggi%202008.pdf

Keputusan Menteri Kesehatan No. 1405 Tahun 2002 Mengenai Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran dan Industri. March 15, 2012. <http://perpustakaan.depkes.go.id:8180/bitstream/123456789/1082/3/KMK1405-1102-G32.pdf>

Universitas Indonesia

Keputusan Menteri Kesehatan No. 1995/MENKES/SK/XII/2010 tentang Standar Antropometri Penilaian Status Gizi Anak. March 15, 2012. http://www.perpustakaan.depkes.go.id/cgibin/koha/opacdetail.pl?biblionumber=3576&shelfbrowse_itemnumber=5964

Keputusan Menteri Kesehatan No. 1077 Tahun 2011 Mengenai Pedoman Penyehatan Udara dalam Ruang Rumah. March 15, 2012. http://www.hukor.depkes.go.id/up_prod_permenkes/PMK%20No.%201077%200ttg%20Pedoman%20Penyehatan%20Udara%20Dalam%20Ruang%20Rumah.pdf

Kim, J. H., et.al. (2004). Effects of Particulate Matter (PM₁₀) on the Pulmonary Function of Middle-School Children. *J Korean Med Sci*, 2005, 20 : 42-5. March 15, 2012. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2808573/>

Kleinman, M. T. (2000). *The Health Effects of Air Pollution on Children*. University of California. March 15, 2012. http://www.aqmd.gov/forstudents/health_effects_on_children.html

Lebowitz, M. D. & O'rouke, M. K. (1991). *The Significance of Air Pollution in Aerobiology*. Grana, 30:1, 31-43. March 15, 2012. <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00173139109427766>

Lemeshow, S., & Lwanga, S. K. (1991). *Sample Size Determination in Health Studies*. Geneva : World Health Organization.

Lestari, L. et. al. (2011). *Hubungan antara Kejadian ISPA dengan Gizi Kurang pada Balita Usia 0-36 Bulan di Desa Ardimulyo, Singosari, Kabupaten Malang 2011*. [Abstrak]. Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga.

Lindawaty. (2010). *Partikulat (PM₁₀) Udara Rumah Tinggal yang Mempengaruhi Kejadian Infeksi Saluran Pernafasan Akut (ISPA) pada Balita : Penelitian*

Universitas Indonesia

Kecamatan Mampang Prapatan, Jakarta Selatan Tahun 2009-2010. [Tesis].
Magister Ilmu Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kesehatan Masyarakat,
Universitas Indonesia.

Liu, L. J. et. al. (2003). Exposure Assessment of Particulate Matter for Susceptible Populations in Seattle. *Environmental Health Perspectives* Vol. 111, Number 7. March 15, 2012. <http://ehp03.niehs.nih.gov/article/info:doi/10.1289/ehp.6011>

Maier, W. C. et.al. (1997). Indoor Risk Factors for Asthma and Wheezing Among Seattle School Children. *Environmental Health Perspectives*, Vol. 5, No. 2, February 1997. March 15, 2012.

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1469795/>

Mamopelli, M. & Roseanne D. (2005). *Why We Need to Manage Air Quality*. Department of Environmental Affairs, Environmental Quality and Protection, Chief Directorate : Air Quality Management and Climate Change. March 15, 2012.

<http://www.airqualitylekgotla.co.za/Downloads/2011/Publications/Book%20A.4%20Why%20do%20we%20need%20to%20manage%20air.pdf>

Martono, H., Sukana, B., & Sulistiyani, N. (2003). Kandungan TSP dan PM₁₀ di Udara Jakarta dan Sekitarnya. *Jurnal Ekologi Kesehatan*, Vol. 2. No. 3, Desember 2003 : 255 – 262. March 15, 2012.

www.ekologi.litbang.depkes.go.id/data/vol%202/Hendro2_3.pdf

Mochtar, U. (2011). 4 Cara Membuat Rumah Anda Sehat. March 15, 2012. <http://m.medicalera.com/umarmokhtar&page=3&t=16990>

Moeller, D. W. (1992). *Environmental Health*. England : Harvard University Press.

Mukono, H. (2003). *Pencemaran Udara dan Pengaruhnya Terhadap Gangguan Kesehatan*. Surabaya : Airlangga University Press.

Universitas Indonesia

- Munziah. (2002). *Hubungan Hubungan konsentrasi partikulat melayang (PM10) Rumah Dengan Gangguan Saluran Pernafasan Studi Pada bayi dan Balita di Kecamatan Inderalaya Kabupaten Ogan Komering Ilir Sumatera Selatan Tahun 2002*. [Tesis]. Program Pasca Sarjana, Universitas Indonesia.
- NN. (n.d.). *Disdik Depok Belum Miliki Data Sekolah Rusak*. February 24, 2012. <http://www.pikiran-rakyat.com/node/162756>
- Nareerut, P., Rumchev, K., & Kungskulniti, N. (2010) Indoor Concentrations of PM10 and Factors Influencing Its Concentrations in Day Care Center in Bangkok, Thailand. *Asia Journal of Public Health*, Vol. 2. June 29, 2012. http://www.asiaph.org/admin/img_topic/8158indoor%20concentration.pdf
- Nindya, T. S., & Sulistyorini, L. (2005). Hubungan Sanitasi Rumah dengan Kejadian Infeksi Saluran Pernafasan Akut pada Anak Balita. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, Vol. 2, No.1, 52 Juli 2005 : 43 – 52. March 15, 2012. <http://www.journal.unair.ac.id/filerPDF/KESLING-2-1-05.pdf>
- Notoatmodjo, S. (2003). *Pendidikan dan Perilaku Kesehatan*. Jakarta : Rineka Cipta.
- Notoatmodjo, S. (2010). *Metode Penelitian Kesehatan*. Jakarta : Rineka Cipta.
- Park, H. M. et.al. (2002). Association of Air Pollution with School Absenteeism Due to Illness. *Archpediatrics Adolescence Med* Vol. 156, Dec 2002. March 15, 2012. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12444836>
- Pattel, M. M. et.al. (2010). Traffic-Related Particulate Matter and Cause Symptoms among New York City Area Adoloescents. *Environmental Health Perspectives* Vol. 118, Number 9. March 15, 2012. <http://ehp03.niehs.nih.gov/article/fetchArticle.action?articleURI=info%3Adoi%2F10.1289%2Fehp.0901499>

- Peluchi, C. et.al. (2009). Long-term Particulate Matter Exposure and Mortality : European Epidemiological Studies. *BMC Public Health* 2009, 9 : 453. March 15, 2012. <http://www.biomedcentral.com/1471-2458/9/453>
- Peraturan Menteri Pendidikan Nasional No. 24 Tahun 2007 Mengenai Standar Sarana Dan Prasarana Untuk Sekolah Dasar/Madrasah Ibtidaiyah (SD/MI), Sekolah Menengah Pertama/Madrasah Tsanawiyah (SMP/MTs), Dan Sekolah Menengah Atas/Madrasah Aliyah (SMA/MA).
- Politis, M., Pilinis, C., & Lekkas, T. D., (2008). Ultrafine Particles (UFP) and Health Effects. Dangerous. Like No Other PM? Review and Analysis. *Global NEST Journal*, Vol. 10, No. 3, pp 439-452. March 10. 2012. http://www.gnest.org/journal/Vol10_No3/439-452_579_POLITIS_10-3.pdf
- Purwana, R. (1999). *Partikulat Rumah Sebagai Faktor Risiko Gangguan Pernafasan Anak Balita (Penelitian di Kelurahan Pekojan, Jakarta)*. [Desertasi]. Program Doktorat Ilmu Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia.
- Qiu, H. et. al. (2012). Effects of Coarse Particulate Matter on Emergency Hospital Admissions for Respiratory Diseases : A Time Series Analysis in Hong Kong. *Environmental Health Perspectives*. March 9, 2012. <http://ehp03.niehs.nih.gov/article/action?articleURI=info%3Adoi%2F10.1289%2Fehp.1104002>
- Rahajoe, N. N., Supriyatno, B., & Setyanto, D. B. (2008). *Buku Ajar Respiriologi Anak*. Jakarta: IDAI.
- Rahmah, E. (2005). *Konsentrasi SO₂ dan PM₁₀ Udara Ambien dengan Kasus ISPA di Kecamatan Cakung Jakarta Timur*. [Tesis]. Magister Ilmu Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia.

Raja GukGuk, K. (2011). *ISPA, Penyakit Terbanyak di Derita Warga Depok*. February 2, 2012.

<http://www.mediaindonesia.com/read/2011/04/04/218659/38/5/-ISPA-Penyakit-Terbanyak-Diderita-Warga-Depok>

Rasmaliah. (2004). *Infeksi Saluran Pernafasan Akut (ISPA) dan Penanggulangannya*. Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Sumatera Utara.

Rodriguez, L., Cervantes, E., & Rocio Ortiz. (2011). Malnutrition and Gastrointestinal and Respiratory Infections in Children : A Public Health Problem. *International Journal Environment Public Health*, Vol. 8. June 1, 2012.

http://www.google.co.id/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0CFsQFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.mdpi.com%2F1660-4601%2F8%2F4%2F1174%2Fpdf&ei=yy7jT6OTIZCurAf5vNyrAw&usg=AFQjCNH6oGox5SA0pg4Khc0Bkf2I8qUt-w&sig2=IINFTJr_e7d2jMMmymA8EQ

Rosdy, E., & Kristiani T. (2005). *Penanggulangan ISPA : Pengelolaan Program Pemberantasan Infeksi Saluran Pernafasan Akut di Puskesmas Kabupaten Bengkulu Utara*. Working Paper Series No. 1, First Draft. Magister Kebijakan dan Manajemen Pelayanan Kesehatan, Universitas Gadjah Mada.

Seinfeld, J. H. (1986). *Atmospheric and Physics of Air Pollution*. Wiley-Interscience Publication, NY.

Situmorang, H. (2008). *Pengaruh PM₁₀ terhadap Kejadian ISPA pada Balita di Kelurahan Sronolwetan, Banyumanik Semarang*. [Tesis]. Magister Kesehatan Lingkungan, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Diponegoro.

Soemirat, J. (2000). *Epidemiologi Lingkungan*. Yogyakarta : Universitas Gadjah Mada Press

Universitas Indonesia

- Stone, V. (2000). Environmental Air Pollution. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, Vol. 162. June 1, 2012. http://ajrcem.atsjournals.org/content/162/Supplement_1/S44.full.pdf
- Supariasa, et. al. (2002). *Penilaian Status Gizi*. Jakarta : Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Surjadi, C. (1993). Respiratory Diseases of Mothers and Children and Environmental Factors among Households in Jakarta. *Environment and Urbanization*, Vol. 5. March 16, 2012. <http://eau.sagepub.com/content/5/2/78.abstract>
- Syahril, S., Resosudarmo, B. P., & Haryo, H. S. (2002). *Study on Air Quality in Jakarta, Indonesia : Future Trends, Health Impacts, Economic Value and Policy Option*. Report for Asian Development Bank.
- T, Gertrudis. (2010). *Hubungan antara Kadar Partikulat (PM₁₀) Udara Rumah Tinggal dengan Kejadian ISPA pada Balita di Sekitar Pabrik Semen PT. Indocement, Citeureup, Tahun 2010*. [Tesis]. Magister Ilmu Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia.
- Tomany, J. P. (1975). *Air Pollution : The Emissions, The Regulations & The Controls*. American Elsevier Publishing Company, Inc.
- Tugaswati, T. A., Sukar, A. A., & Soewasti, S. (1996). *Pemantauan Kualitas Udara Di Daerah Rawasari dan Pulo Gadung*. Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, Vol. 24 No.1 - 1996 (hal.2). March 20, 2012. <http://digilib.litbang.depkes.go.id/go.php?id=jkpkbppk-gdl-grey-1996-atr-1382-udara>
- Uhar. (2002). *Bahan Ajar : Penelitian Kuantitatif*. STKIP Kuningan.

- Ulirsch, G.V. et.al. (2007). Effects of Particulate Matter Air Pollution on Hospital Admission and Medical Visit for Lung and Heart Disease in Two Southeast Idaho. *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology* (2007) 17, 478-487. March 17, 2012. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17299531>
- Universitas Indonesia. (2008). *Pedoman Teknis Penulisan Tugas Akhir Mahasiswa*. Universitas Indonesia.
- US. Environmental Protection Agency. (1999). *Continuous Measurement of PM₁₀ Suspended Particulate Matter in Ambient Air : An Overview*. Center for Environmental Research Information Office of Research and Development. February 23, 2012.
http://ofmpub.epa.gov/eims/eimscomm.getfile?p_download_id=435945
- US. Environmental Protection Agency. (2004). *Air Quality Criteria for Particulate Matter*. Center for Environmental Research Information Office of Research and Development. February 23, 2012.
http://ofmpub.epa.gov/eims/eimscomm.getfile?p_download_id=435946
- Vita, O. A. (2009). *Hubungan antara Sanitasi Fisik Rumah dengan Kejadian Infeksi Saluran Pernafasan Akut (ISPA) Di Desa Cepogo Kecamatan Cepogo Kabupaten Boyolali*. [Skripsi]. Program Studi Ilmu Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Sumatera Utara.
- Wardhana, W. A. (2001). *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Yogyakarta.
- Wattimena, C. S. (2004). *Faktor Lingkungan Rumah Yang Mempengaruhi Hubungan Kadar PM₁₀ Dengan Kejadian ISPA Pada Balita Di Wilayah Puskesmas Curug Kabupaten Tangerang Tahun 2004*. [Tesis]. Magister Ilmu Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia.

- Webster, M., & Fransisca, H. (2010). Aksi Global Melawan Pneumonia Pada Anak. *Buletin Jendela Epidemiologi*, Vol. 3, 2010.
- Widoyono. (2008). Bahan Ajar : Infeksi Saluran Pernafasan Akut (ISPA). March 18, 2012. <http://www.scribd.com/doc/53071793/ISPA>
- WHO. (1997). *Health Impacts of Low Indoor Temperature*. Copenhagen, Netherland. [http://www.theclaymoreproject.com/uploads/associate/365/file/Health%20Documents/WHO%20%20health%20impact%20of%20low%20indoor%20temperatures%20\(WHO,%201985\).pdf](http://www.theclaymoreproject.com/uploads/associate/365/file/Health%20Documents/WHO%20%20health%20impact%20of%20low%20indoor%20temperatures%20(WHO,%201985).pdf)
- WHO. (1999b). *Guidelines for Air Quality*. Geneva, Switzerland.
- WHO. (2002). *Health Impact Assessment of Air Pollution in The Eight Major Italian Cities*. WHO European Centre for Environment and Health, Rome Operational Division, WHO Regional Office for Europe.
- WHO. (2003). *Health Aspects of Air Pollution with Particulate Matter, Ozone and Nitrogen Dioxide*. Report on a WHO Working Group. March 3, 2012. http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0005/112199/E79097.pdf
- WHO. (2005). *Air Quality Guidelines for Europe*. (2nd Ed.) WHO Regional Publications, European Series, No. 91. March 3, 2012. http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0005/74732/E71922.pdf
- WHO. (2006). *Pneumonia The Forgotten Killer of Children*. March 3, 2012. http://whqlibdoc.who.int/publications/2006/9280640489_eng.pdf
- WHO. (2007). *Pencegahan dan Pengendalian Infeksi Saluran Pernafasan Akut (ISPA) yang Cenderung Menjadi Epidemi dan Pandemi di Fasilitas Pelayanan Kesehatan*. Geneva. Alih Bahasa: Trust Indonesia.

Universitas Indonesia

WHO. (2008). *The Global Burden of Diseases 2004 Update*. Geneva. March 3, 2012.

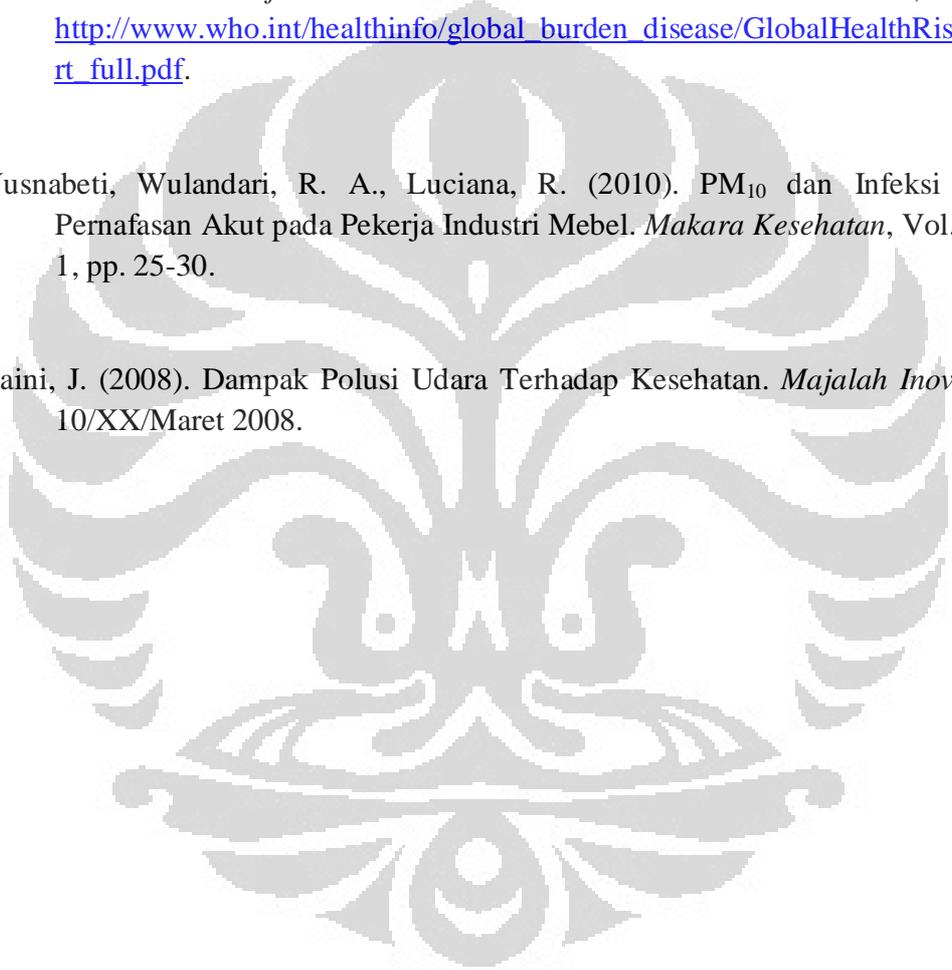
http://www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/GBD_report_2004update_full.pdf

WHO. (2009). *Global Health Risk. Mortality and Burden of Disease Attributable to Selected Major Risks*. Geneva. March 3, 2012.

http://www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/GlobalHealthRisks_report_full.pdf.

Yusnabeti, Wulandari, R. A., Luciana, R. (2010). PM₁₀ dan Infeksi Saluran Pernafasan Akut pada Pekerja Industri Mebel. *Makara Kesehatan*, Vol. 14, No. 1, pp. 25-30.

Zaini, J. (2008). Dampak Polusi Udara Terhadap Kesehatan. *Majalah Inovasi* Vol. 10/XX/Maret 2008.



Universitas Indonesia

FORMULIR PENGUKURAN KUALITAS UDARA

SEKOLAH DASAR

Hubungan Konsentrasi PM₁₀ di dalam ruang kelas SD dengan
Gangguan ISPA
di Kecamatan Cipayung, Kota Depok

(lantai dasar – lantai 1 – lantai 2)

7. Jml murid dlm kelas :

.....
.....

A. IDENTITAS UMUM

1. Nama SD :
.....
.....
2. Alamat SD :
.....
.....
3. Nama Pewawancara :
.....
.....
4. Tanggal Pengukuran :
.....
.....
5. Jam Pengukuran :
.....
.....
6. Tingkat lantai :
.....
.....

B. SANITASI FISIK

1. Luas lantai ruang kelas
panjang..... meter X lebar..... meter =
..... m²
2. Luas ventilasi ruang kelas
panjang..... meter X lebar..... meter =
..... m²
3. Luas jendela yang bisa terbuka di ruang kelas
panjang..... meter X lebar..... meter =
..... m²
4. Hasil pengukuran suhu udara :
.....°C
5. Hasil pengukuran kelembaban udara :
.....%
6. Hasil pengukuran konsentrasi PM₁₀ udara ruang kelas :
.....µg/m³

DIAGNOSIS ISPA SISWA SEKOLAH DASAR

Hubungan Konsentrasi PM₁₀ di dalam ruang kelas SD dengan Gangguan ISPA
di Kecamatan Cipayung, Kota Depok

A. IDENTITAS UMUM

1. Nama SD :
2. Tanggal Wawancara :

B. KARAKTERISTIK RESPONDEN

1. Nama anak :
2. Kelas :
3. Usia :
4. Jenis Kelamin :
5. Tinggi Badan :
6. Berat Badan :

C. GEJALA ISPA

1. Apakah saat ini kamu sedang **batuk** ?
- (Jika "YA", Sudah berapa hari?)
2. Apakah saat ini kamu sedang **pilek** ?
- (Jika "YA", Sudah berapa hari?)
3. Apakah saat ini kamu sedang **demam** ?
- (Jika "YA", Sudah berapa hari?)
4. Apakah saat ini kamu sedang **batuk terus menerus** ?
- (Jika "YA", Sudah berapa hari?)
5. Apakah saat ini kamu sedang **sakit (nyeri) pada telinga** ?
- (Jika "YA", Sudah berapa hari?)
6. Apakah saat ini kamu sedang **sakit pada tenggorokan** ?
- (Jika "YA", Sudah berapa hari?)
7. Apakah saat ini kamu mengalami **nafas berbunyi**?

(Jika "YA", Sudah berapa hari?)

8. Apakah saat ini kamu **sesak nafas**?

(Jika "YA", Sudah berapa hari?)

9. Apakah saat ini kamu mengalami **nafas cepat**?

(Jika "YA", Sudah berapa hari?)

10. Apakah selama 1 bulan terakhir ada anggota keluarga dirumah yang sakit ISPA (batuk, pilek, disertai demam/tidak demam)?

(Jika "YA", sebutkan siapa? Sudah berapa lama?)

D. GEJALA ISPA

Hasil Diagnosis ISPA : Ya / Tidak

